



# ULVILANTIEN KIERTOLIITTYMÄN MERKINTÄ- JA KARTOITUSMITTAUKSET

Jouni Leppäniemi

Opinnäytetyö  
Tekniikan ja liikenteen ala  
Maanmittaustekniikka

2014

LAPIN AMMATTIKORKEAKOULU  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA  
Maanmittaustekniikan koulutusohjelma

Opinnäytetyö

## **ULVILANTIEN KIERTOLIITTYMÄN MERKINTÄ- JA KARTOITUSMITTAUKSET**

Jouni Leppäniemi

2014

Ohjaaja Jaakko Lampinen

Hyväksytty \_\_\_\_\_ 2014 \_\_\_\_\_

Työ on Theseus-verkkokirjastossa.

Tekniikka ja liikenne  
Maanmittaustekniikan koulutusohjelma

---

<b>Tekijä</b>	Jouni Leppäniemi	<b>Vuosi</b>	2014
<b>Työn nimi</b>	Ulvilantien kiertoliittymän merkintä- ja kartoitusmittaukset		
<b>Sivu- ja liitemäärä</b>	44		

---

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli perehdyttää lukija mahdollisimman laajasti kiertoliittymän eri seikkoihin ja vertailla Ulvilantien kiertoliittymän ja teoriaosuuden välisiä yhtäläisyyksiä ja eroavaisuuksia.

Teoriaosuus kerättiin lähdetietoja käyttämällä ja Ulvilantien kiertoliittymän tiedot saatiin omasta työrupeamastani. Työtehtävänäni olivat kiertoliittymän merkintä- ja kartoitusmittaukset. Vertailu tehtiin perustasolla ja etenkin työturvallisuusosioista jätettiin suurimmat lakipykälät pois, jottei teksti menisi liian vaikeaksi. Vertailua vaikeutti kiertoliittymistä saatujen tietojen vähäisyys. Kiertoliittymien teoriasta ei ollut paljoa tietoa, eikä vertailuun löytynyt selviä lakikohtaisia velvoitteita joihin tartsua.

Kiertoliittymätyömaan turvallisuus oli kunnossa, eikä työmaalla sattunut henkilövahinkoja. Työmaalla sattui ainoastaan yksi vaaratekijä, sekin johtui henkilöautojen huolimattomuudesta ja tien heikosta sulkemisesta. Ulvilantien kiertoliittymä on ominaisuuksiltaan kuten suurin osa muistakin Suomen yksikaistaisista kiertoliittymistä. Erityisesti liittymän havaittavuus on todella hyvä, sillä kiertosaarekkeen havaitsi huomattavasti vaadittua kauempaa.

School of Technology, Communication and  
Transport  
Land Surveying Degree Programme

---

<b>Author</b>	Jouni Leppäniemi	<b>Year</b>	2014
<b>Subject of thesis</b>	Marking and mapping measurement of the roundabout in Ulvilantie		
<b>Number of pages</b>	44		

---

The objective of this thesis was to introduce the different features of the roundabout extensively. Another objective was to compare the differences and the similarities between the roundabout in Ulvilantie and the theory part.

The theoretical data was collected using different sources and knowledge of Ulvilantie was based on marking and mapping measurements. The comparison was made on the baseline. The comparison was complicated by the fact that there is not much clear information about the laws governing the roundabout construction.

The roundabout construction site safety was well taken care of. There were no accidents despite only one risk situation at the roundabout construction site. The roundabout in Ulvilantie is like most roundabouts in Finland and it is easy to notice.

**Key words**                      roundabout, safety

.

# SISÄLTÖ

<b>KUVIOLUETTELO .....</b>	<b>1</b>
<b>1 JOHDANTO .....</b>	<b>2</b>
<b>2 KIERTOLIITTYMÄ .....</b>	<b>3</b>
<b>2.1. YLEISTÄ.....</b>	<b>3</b>
2.1.1 <i>Kadunrakennus .....</i>	<i>3</i>
2.1.2 <i>Merkintä ja kartoitus .....</i>	<i>4</i>
<b>2.2 KIERTOLIITTYMÄN EDUT.....</b>	<b>5</b>
<b>2.3 KIERTOLIITTYMÄN HISTORIA .....</b>	<b>6</b>
<b>2.4 KIERTOLIITTYMÄN KOKO .....</b>	<b>7</b>
<b>2.5 KIERTOLIITTYMÄN SUUNNITTELUSSA HUOMIOITAVA .....</b>	<b>8</b>
<b>2.6 MITTAUKSESSA HUOMIOITAVA.....</b>	<b>15</b>
<b>2.7 KEVYT LIIKENNE KIERTOLIITTYMÄSSÄ .....</b>	<b>16</b>
<b>3 TYÖTURVALLISUUS TIETYÖMAALLA.....</b>	<b>18</b>
<b>4 ULVILANTIEN KIERTOLIITTYMÄ .....</b>	<b>21</b>
<b>5 MERKINTÄ- JA KARTOITUSTYÖT .....</b>	<b>24</b>
<b>5.1 MITTAUSLAITTEISTO.....</b>	<b>24</b>
<b>5.2 TYÖTEHTÄVÄT .....</b>	<b>25</b>
<b>5.3 ONGELMAT JA RATKAISUT .....</b>	<b>32</b>
<b>5.4. VERTAILU.....</b>	<b>35</b>
5.4.1 <i>Kiertoliittymä .....</i>	<i>35</i>
5.4.2 <i>Turvallisuus.....</i>	<i>36</i>
<b>6 YHTEENVETO .....</b>	<b>38</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>39</b>
<b>LIITTEET .....</b>	<b>41</b>

## KUVIOLUETTELO

KUVIO 1. VÄISTÄMISVELVOLLISUUDET KIERTOLIITTYMÄSSÄ (TIEHALLINTO 2001, 40) .....	5
KUVIO 2. KIERTOLIITTYMÄN TYYPIT (TIEHALLINTO 2001, 73) .....	8
KUVIO 3. NÄKEMIEN MITOITUS KIERTOLIITTYMÄN TULOSUUNNASSA (TIEHALLINTO 2001, 47) .....	11
KUVIO 4. NÄKEMÄT AJOSUUNTAAN (TIEHALLINTO 2001, 47) .....	11
KUVIO 5. KIERTOLIITTYMÄN TANGENTOINTI (TIEHALLINTO 2001, 75) .....	12
KUVIO 6. KIERTOLIITTYMÄN TULO- JA POISTUMISSUUNNAN MITOITUSARVOT (TIEHALLINTO 2001, 77) .....	13
KUVIO 7. ESIMERKKI PITUUSKALTEVUUDEN VAIKUTUKSESTA KORKOIHIN (KYRÖ 2010, 17) .....	14
KUVIO 8. KEVYEN LIIKENTEEN MINIMIMITAT JA ETÄISYYDET (KYRÖ 2010, 18) .....	17
KUVIO 9. ULVILANTIEN, OJANTIEN JA AARNINTIEN RISTEYS ENNEN KIERTOLIITTYMÄÄ ....	21
KUVIO 10. KIERTOLIITTYMÄN SIAINTI. ULVILANTIEN, AARNINTIEN JA OJANTIEN RISTEYS .....	23
KUVIO 11. ESIMERKKI OJANTIEN PUOLEISEN KEVYEN LIIKENTEEN VÄYLÄN KORKEUKSISTA JA PISTENUMEROISTA.....	27
KUVIO 12. ULVILANTIEN KIERTOLIITTYMÄN RAKENTEET .....	28
KUVIO 13. VALAISTUSSUUNNITELMA KIERTOLIITTYMÄN KESKIOSASSA .....	34

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aihe syntyi, kun työskentelin Porin kaupungille kesällä 2013. Kesällä olin mukana kadunrakennuksessa ja päivittäisenä työmaana oli Ulvilantien kiertoliittymä. Kiertoliittymässä työskentely oli mielenkiintoista ja tästä innostuneena syntyi halu kerätä kasaan mahdollisimman paljon tietoa kiertoliittymästä ja siihen liittyvistä mittauksista.

Kiertoliittymä on teiden tai katujen risteyskohtaan rakennettu ympyränmuotoinen liittymä, jossa liittymän keskelle rakennettu saareke kierretään vastapäivään. Kiertoliittymä on hyvä ratkaisu erityisesti taajamiin, joissa liikennevirrat eivät ole kovin suuria. Pienillä liikennevirroilla kiertoliittymässä ei tarvitse pysähtyä, mikä on huomattava etu esimerkiksi valo-ohjattuun liittymään verrattuna.

Porin kaupungilla on tietoa kiertoliittymien turvallisuudesta jo yli 14 vuoden ajalta. Kun tarkastellaan niiden kiertoliittymien ennen/jälkeen tutkimuksia, joiden muut olosuhteet eivät ole muuttuneet merkittävästi, voidaan huomata seuraavat tosiasiat: Kyseisillä liittymillä liikenneonnettomuudet ovat vähentyneet 63 % ja loukkaantumiseen johtaneet onnettomuudetkin ovat vähentyneet 69 % kiertoliittymän rakentamisen jälkeen (Pori 2009).

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia Ulvilantien kiertoliittymän ja teoriaosuuden välisiä eroavaisuuksia sekä yhtäläisyyksiä. Tavoitteena on vertailla miten kyseinen kiertoliittymä on toteutettu, kun sitä verrataan teoriaosuudessa mainittuihin seikkoihin. Vertailussa on mukana vain ne teoriaosuuden asiat, joita voin tutkia oman työskentelyni pohjalta. Yhtenä kohteena on työturvallisuus ja sen toteutuminen.

Opinnäytetyön teoriaosuuteen on kerätty mahdollisimman laajasti tietoa kiertoliittymästä ja sen historiasta. Tarkemmin kiertoliittymää on käsitelty erityisesti suunnittelun ja mittauksen osalta. Ulvilantien kiertoliittymän tieto on kerätty omasta työskentelystä kyseisellä työmaalla. Yhtenä lukuna käsitellään työturvallisuutta tietyömaalla.

## **2 KIERTOLIITTYMÄ**

### **2.1. Yleistä**

#### **2.1.1 Kadunrakennus**

Kiertoliittymä on työmaana osa kadunrakennusta. Kadun rakentamisella tarkoitetaan katuun tai katualueeseen liittyvää rakentamista. Kiertoliittymän rakentamisen lisäksi esimerkiksi kevyen liikenteen väylän rakentaminen on kadunrakennusta. Kadunrakennukseen on aina liitettävä katusuunnitelma (Rantanen 2012, 11). Katusuunnitelmassa on esitettävä katualueen käyttäminen eri tarkoituksiin sekä mikäli alueen tai rakentamistoimenpiteen luonteen vuoksi on tarpeen, on esitettävä katualueen vaikutukset ympäristökuvaan. Katusuunnitelmasta tulee käydä ilmi myös kadulle tulevat liikennejärjestelyperiaatteet, kadun korkeusasema ja päällystemateriaali sekä tarvittaessa viihtyvyyttä lisäävät istutukset ja pysyväisluonteiset rakennelmat. (MRA 9 luku, 41§.)

Katu rakennetaan aina kunnan hyväksymän suunnitelman mukaisesti. Katu tulisi suunnitella ja rakentaa aina niin, että se sopeutuu asemakaavan mukaiseen ympäristöönsä ja samalla täyttää toimivuuden, viihtyisyyden ja turvallisuuden vaatimukset. (MRL 12 Luku, 85§.) Tästä johtuen on tärkeää, että eri osapuolet tekevät yhteistyötä kadun suunnittelussa ja kaavoituksessa (Rantanen 2012, 12).

Katu on monikäyttöinen tila liikennettä, liikkumista sekä myös oleilua varten. Toisin kuin voidaan helposti ajatella, se ei ole vain ajoneuvoliikenteen kulkuväylä, joka mahdollistaa henkilöiden siirtymisen ja tavaroiden kuljetukset paikasta toiseen. Se on yhteinen alue ihmisille kulkea, viettää aikaansa ja kohdata toisensa, kullekin tarpeensa mukaan. (Katu 2002, 5.)

Kadut muodostavat kaupunkien tukirangat ja ne yhdistävät sekä rajaavat alueita helpottaen käyttäjien kulkemista ja ympäristön hahmottamista. Kadut kuuluvat maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaan kuntien omistukseen, ja kunnilla on huoltovastuu katuverkostaan. (Rantanen 2012, 6.) Katualue käsittää asemakaavassa osoitetun katualueen maanalaisineen ja



maanpäällisineen sekä yläpuolisineen johtoineen, laitteineen ja rakenteineen, jollei asemakaavassa ole toisin osoitettu (MRL 12 Luku 83§).

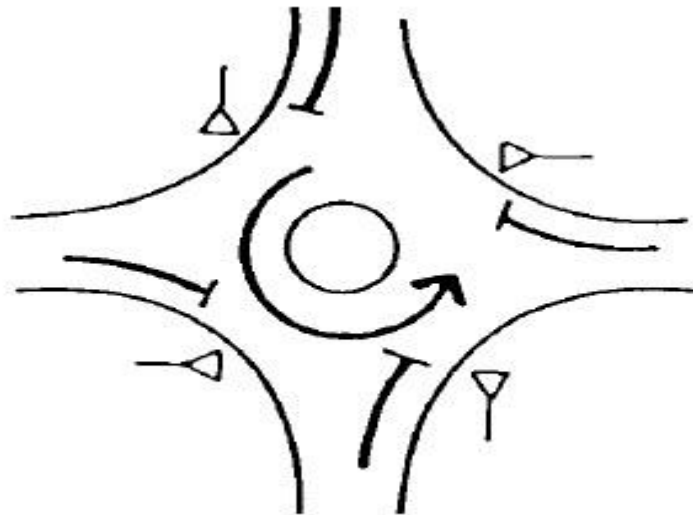
### 2.1.2 Merkintä ja kartoitus

Merkintämittaukset ovat vastuullisia ja ennen kaikkea tarkkuutta vaativia mittauksia, sillä niissä tehdyt virheet voivat aiheuttaa jopa taloudellisia menetyksiä. Ne ovat kuitenkin erittäin monipuolisia mittauksia, koska merkintätapa vaihtelee erilaisissa rakennuskohteissa. Merkintämittaukset liittyvät rakentamiseen, sillä rakennussuunnitelmissa esitetyt rakenteiden paikat merkitään rakennuspaikkaan. Merkintämittauksissa puhutaan usein paalutuksesta, sillä sijainti merkitään usein puupaaluin. Maa- ja tierakentamisen merkinnöissä käytetään mm. ajokeppejä ja luiskamalleja. Niiden avulla ohjataan rakentamista erityisesti korkeuden kohdalta. Maarakentamista ohjaavat merkinnät säilyvät huonosti, joten usein merkintöjä joudutaan uusimaan. (Laurila 2008, xii, 251.)

Kartoitusmittausten tavoitteena on ylläpitää karttakuvaa ja maaston mallia paikkatietojen esittämistä, rakentamisen tarpeita ja maankäytön suunnittelua varten. Kartoitusmittausten tuloksia voidaan esittää graafisena ja numeerisena karttana. Kartoituksia voidaan tehdä pelkästään maastomittauksin, kun kyseessä on pienet alueet, kuten esimerkiksi yksittäinen rakennustyömaa. Erityistä tarkkuutta vaativat kartoitukset tehdään myös maastossa, koska maastomittaukset ovat yleisesti ottaen tarkempia kuin kaukokartoittamalla tehdyt mittaukset. Mittaushavainnot kannattaa koodata, jotta mittausten tiedonhallinta on helpompaa. Yleensä koodauksessa käytetään neljää tunnusta, näitä ovat pistenumero, pintatunnus, lajikoodi sekä viivanumero. Pistenumero on tunnusnumero joka yksilöi pisteen. Pintatunnus puolestaan kertoo, sijaitseeko piste esim. maan pinnalla vai kallion pinnalla. Lajikoodilla luokitellaan kohde. Se kertoo esim. että piste kuuluu aitaan. Lajikoodi määrittelee niin ikään kartoitusohjelmassa kohteen kuvastekniikan eli piirtoasetukset. Samalle viivalle tulee aina sama viivanumero. Esimerkiksi tien keskilinjan pisteille annetaan aina sama viivanumero. (Laurila 2008, xii, 248.)

## 2.2 Kiertoliittymän edut

Kiertoliittymä eli liikenneympyrä on tasoliittymä, jossa liikenne kiertää liittymän keskellä olevaa saarekettä vastapäivään. Useimmiten kiertoliittymässä on yksi kaista, mutta on olemassa myös useamman ajokaistan kiertoliittymiä. Yksikaistaisen kiertoliittymän maksimivälityskyky tasaisella liikennevirtajakaumalla on yhteensä noin 3000 liittymään tulevaa hay/h (hay = henkilöautoyksikkö) kaikilta liittymähaaroilta. Kaikilla liittymähaaroilla on väistämisvelvollisuus kiertotilassa ajaviin nähden ja tulosuunnat luokitellaan toiminnallisesti samanarvoisiksi (Kuvio 1). Kiertoliittymä on erityisen hyvä ratkaisu liittymiin, joissa on tapahtunut paljon risteämisonnettomuuksia tai joissa on ongelmia sivusuuntien välityskyvyssä. Autoilijan on hidastettava vauhtia, mutta kuitenkin vain harvojen täytyy pysähtyä. Lisäksi autoilijan tarvitsee väistää vain vasemmalta tulevaa liikennettä, tästä johtuen epäselvät väistämisvelvollisuudet poistuvat. Näin ollen konfliktipisteiden määrä on neljä kertaa pienempi kuin nelihaaraliittymissä. Kiertoliittymää ei suositella käytettäväksi erikoiskuljetusten reiteille. Mikäli reitillä kuitenkin kulkee erikoiskuljetuksia, ovat niiden vaatimukset tarkastettava tapauskohtaisesti. (Kyrö 2010, 6; Tiehallinto 2001, 10, 25, 79.)



Kuvio 1. Väistämisvelvollisuudet kiertoliittymässä (Tiehallinto 2001, 40)

Kiertoliittymä sopii erityisen hyvin lähinnä taajamiin ja taajamien porttikohtiin osoittamaan tien luonteen muuttumista. Yli puolet henkilövahinkoon johtaneista liikenneonnettomuuksista tapahtuu taajamissa, ja useimmat niistä vie-

lä liittymissä. Kiertoliittymän periaatteena on poistaa vaarallisimmat onnettomuustyyppit, joita ovat nokkakolarit ja törmäykset risteävän ajoneuvon kanssa. Tavalliseen tasoliittymään verrattuna vasemmalle kääntyminen on turvallisempaa, koska kääntyminen on muutettu kahdeksi oikealle kääntymiseksi. Hyvin suunniteltuna kiertoliittymä on myös hyvä paikallistamiskohde ja elävöittää tietilaa, koska siinä on hyvin tilaa esim. istutuksille. (Tiehallinto 2001, 40; Tiehallinto 2003.)

Kiertoliittymät lisäävät turvallisuutta, sillä lukuisten tutkimusten mukaan kiertoliittymissä tapahtuu autoilijoille henkilövahinkoon johtavia onnettomuuksia jopa yli puolet vähemmän kuin tavallisessa tasoliittymässä. Kiertoliittymien turvallisuudesta on tehty useita ennen - jälkeen tutkimuksia, joista erityisesti ulkomaisten kokemusten mukaan turvallisuus kiertoliittymissä on hyvä. Historia osiossa mainitun, Suomen ensimmäisen uusilla suunnitteluperiaatteilla toimivan kiertoliittymän ennen - jälkeen tehdyn tutkimuksen mukaan, kyseisen liittymän turvallisuustaso on parantunut jopa 6-kertaiseksi. Kyseisellä paikalla oli aikaisemmin tavallinen 4-haarainen liittymä. Tutkimukset osoittavat, että keskimääräistä pienempi vahinkoaste on kiertoliittymissä, joiden kiertosarakkeen halkaisija on 20-30m tai vastaavasti alle 10m. (Tiehallinto 2000, 9, 32.)

### **2.3 Kiertoliittymän historia**

Tässä osiossa käsitellään kiertoliittymien historiaa, aina ensimmäisestä kiertoliittymästä niiden hurjaan kasvuun asti. Ensimmäisessä kappaleessa tutkaillaan kiertoliittymien syntyä ja kehitystä lyhyesti. Toisessa kappaleessa perehdytään 1950- ja 1960-luvun kiertoliittymien olemassaoloon näinä päivinä. Lisäksi katsotaan, milloin uudentyyppisten kiertoliittymien rakentaminen on alkanut niin Suomessa, kuin muissa Pohjoismaissa ja Keski-Euroopassa. Mielenkiinnon vuoksi on lopuksi vertailtu Suomen, Ruotsin sekä Ranskan kiertoliittymien määrää. Vaikka maiden kiertoliittymien määrät ovatkin eri vuosilta, saa niistä hyvän kuvan siitä, kuinka paljon kiertoliittymiä kyseisissä maissa rakennetaan.

Ympyränmuotoiset alueet ilmestyivät maailmalaajuisesti kaupunkikuvaan jo kauan ennen autoliikennettä. Tällöin niiden keskelle sijoitettiin patsaita, suih-

kulähteitä ja muita nähtävyyksiä. Aluksi vähäinen ja hidas liikenne sai kulkea ympyrän läpi molempiin suuntiin. Ensimmäistä yksisuuntaista kiertoliittymää ei voida varmuudella sanoa, mutta se lienee olleen William Phelps Enon, New Yorkiin vuonna 1904 toteuttama Colombus Circle. Modernin kiertoliittymän idea syntyi alkunsa 1950-luvulla, idean takana olivat Brittiläiset liikenneinsinöörit. Vuonna 1966 Brittiläisissä kiertoliittymissä astui voimaan liittymään saapuvien väistämisvelvollisuus. Siitä lähtien kiertoliittymien suunnittelu on kehittynyt ja muuttunut suurista ympyröistä kompakteihin kiertoliittymiin. Ranskalaiset huomasivat kiertoliittymien edut 1970-luvulla ja tämän jälkeen kiertoliittymät ovat yleistyneet tiheään tahtiin eurooppalaisilla tie- ja katuverkoilla. (Montonen 2008, 21.)


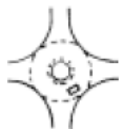
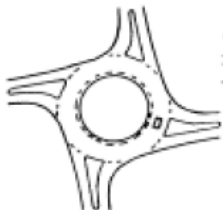
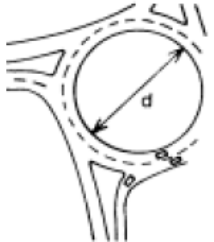
Suomessa, vanhoja 1950- ja 1960-luvulla rakennettuja kiertoliittymiä on laskettu olevan 20–30 kpl, näistä vain kaksi on yleisillä teillä. Lisäksi on olemassa n. 10 kiertoliittymää muistuttavaa liittymää, mutta niitä ei geometriansa tai toimintatapansa vuoksi ole luokiteltu kiertoliittymiksi. Ensimmäinen uusilla suunnitteluperiaatteilla toimiva kiertoliittymä rakennettiin Suomessa Lammille vuonna 1990. Muissa Pohjoismaissa ja Keski-Euroopassa uudentyyppisten kiertoliittymien rakentaminen aloitettiin jo 1980-luvun alkupuolella. Suomessa oli vuonna 2000 n. 200 kiertoliittymää, kun taas Ruotsissa oli jo syksyllä 1997 noin 700 kiertoliittymää. (Tiehallinto 2000, 3,9–10.) Ranskassa Puolestaan oli vuonna 2008 jo noin 30 000 kiertoliittymää ja siellä kasvuvauhti on ollut yli 1000 kiertoliittymää vuodessa (Montonen 2008, 21).

## 2.4 Kiertoliittymän koko

Kiertoliittymät jaetaan tyyppeihin kiertosaarekkeen halkaisijan (d) perusteella kuvion 2 mukaisesti. Kiertosaarekkeeseen tehdään aina reunatuki. Muissa kuin suurissa liittymissä reunatuki tehdään myös kiertotilan ulkoreunaan. Reunatukena käytetään upotettavia reunakiviä. Liikenneympyrän kokoa määriteltäessä on otettavahuomioon seuraavat asiat

- Suositeltava kiertosaarekkeen halkaisija (d) taajamien pääväylillä on 13 - 20 m.

- Linja-autoliikenteen reiteillä tulee yleensä käyttää normaaleja tai suuria kiertoliittymiä.
- Mitä suurempi kiertosaarekkeen halkaisija, sitä korkeampia ovat käytetyt ajonopeudet ja vakavampia tapahtuvat onnettomuudet.
- Mikäli halkaisija on suuri, on liittymää vaikea hahmottaa.
- Yli 60 m:n halkaisijaa ei suositella käytettäväksi.
- Tulosuunnasta on voitava nähdä vähintään edellinen liittymähaara
- yleensä kiertoliittymä on 1-ajokaistainen, vain perustelluissa erikoistapauksissa 2-ajokaistainen.
- Jos kiertoliittymässä on kaksi ajokaistaa, niin halkaisija  $> 16$  m.
- Tavoitteena on kevyen liikenteen järjestäminen eritasoon ajoneuvoliikenteen kanssa (normaalit ja suuret liittymät).
- Erikoiskuljetusten reitit on huomioitava.
- Rakentamiskustannukset suurenevat kiertoliittymän halkaisijan kasvun mukana. (Tiehallinto 2001, 73.)

Halkaisija d	< 4 m	4-12 m	13-40 m	> 40 m
Tyyppi	mini	Pieni	normaali	suuri
				

Kuvio 2. Kiertoliittymän tyypit (Tiehallinto 2001, 73)

## 2.5 Kiertoliittymän suunnittelussa huomioitava

Suunnittelijan on otettava monia asioita huomioon suunnitellessaan toimivaa, ja mahdollisimman turvallista kiertoliittymää. Ensimmäinen huomioitava asia on luonnollisesti maasto, on tiedettävä miten tuleva kiertoliittymä pystytään toteuttamaan. Kun maasto on otettu huomioon, onkin suunnittelijalla jo monta muuta huomioitavaa seikkaa. Tällaisia ovat mm. liikenneturvallisuus, kevytliikenne, linja-autopysäkit, mahdolliset pysäköintijärjestelyt, ympäristön käsittely ja kunnossapidon vaatimukset (Liikennevirasto 2010, 25).

Ennen maantien rakentamista on laadittava ja hyväksyttävä tiesuunnitelma, mikäli hankkeen vaikutukset eivät ole vähäiset ja hanketta varten ei oteta lisäaluetta tai maanomistaja on antanut lisäalueen ottamiseen suostumuksen. Tiesuunnitelman on luonnollisesti täytettävä maantielain vaatimukset. Siinä on osoitettava tien sijainti, korkeusasema sekä poikkileikkaus niin, että tiealue voidaan merkitä maastoon. Suunnitemassa on esitettävä myös arvio tien vaikutuksista sekä ne toimenpiteet, jotka ovat tarpeen haitallisten vaikutusten poistamiseksi tai vähentämiseksi. Siitä tulee käydä ilmi tien suoja- ja näkemäalueet sekä varataanko aluetta tien vastaista leventämistä varten. Edellä mainittujen seikkojen lisäksi tiesuunnitelmaan on liitettävä rakentamisen kustannusarvio. (Liikennevirasto 2010, 6.)

Tiesuunnitelman laadintaan sisältyy myös valaistussuunnittelu, jossa selvitetään tievalaistuksen tarve ja laajuus, määritetään valaistuksen teknilliset ja toiminnalliset ominaisuudet sekä arvioidaan toteuttamiskustannukset. Valaistussuunnittelussa otetaan huomioon liikenneturvallisuuden vaatimukset valaistuksen sijoittamisessa ja pylväiden toimintatavoissa (Liikennevirasto 2010, 38). Liitteessä 2 on esitetty Ulvilantien kiertoliittymän valaistussuunnitelma. Suunnitelman toteutumisesta kerrotaan tarkemmin kohdassa 4.3 ongelmat ja ratkaisut.

Työn suunnittelussa ja vaarojen arvioinnissa korostetaan sitä, että otetaan huomioon työn kuormitustekijöistä työntekijöiden turvallisuudelle tai terveydelle aiheutuvat vaarat ja haitat ja pyritään vähentämään niitä. Työn kuormittavuutta on pyrittävä vähentämään siten, että otetaan huomioon yleisiä mitoitus- ja ergonomiasääntöjä. (Työturvallisuuskeskus 2003, 2-3.)

Suunnittelussa on otettava huomioon, että kiertoliittymä tulee olla riittävän ajoissa havaittavissa. Hyvä havaittavuus on sitä tärkeämpää mitä suurempia kiertoliittymää edeltävät ajonopeudet ovat. Henkilöauton kuljettajan on voitava nähdä kiertoliittymä ja sen kiertosaareke vähintään 150 m etäisyydeltä, kun liittymä sijaitsee tiellä, jolla nopeusrajoitus yli 150 m päässä liittymästä on  $\leq 50$  km/h. Muutoin liittymä on voitava havaita 250 metrin etäisyydeltä. Kiertoliittymän havaittavuutta voidaan parantaa mm. valaistuksella ja parantamalla kiertosaarekkeen havaittavuutta. Kiertosaarekkeen havaittavuutta suositel-

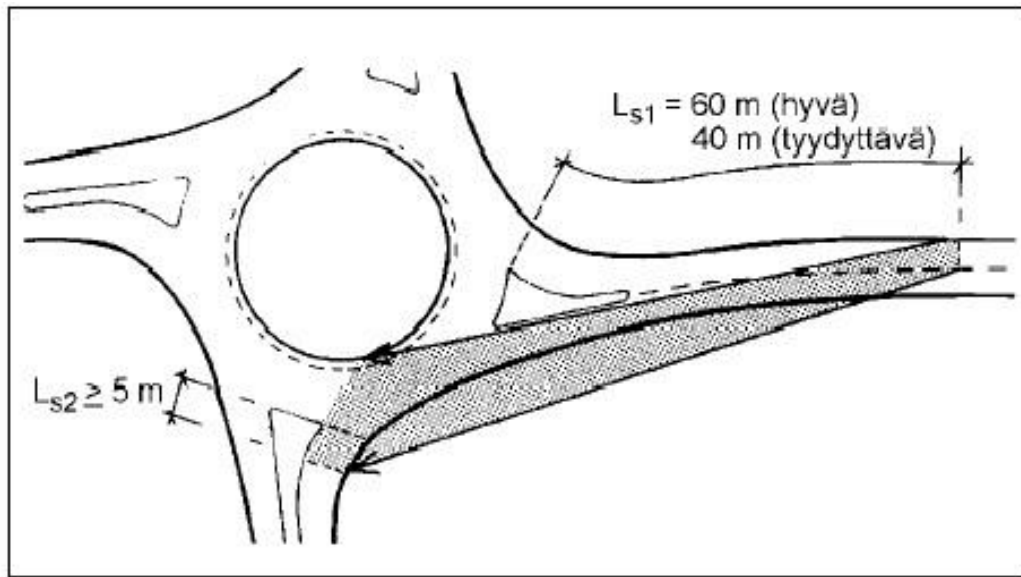
laan parannettavaksi korottamalla kiertosaarekkeen keskiosa varsinkin taa-  
jamakeskustojen ulkopuolella. (Tiehallinto 2001, 74.) Kiertoliittymän osat löy-  
tyvät liitteestä 1.

Suurimmassa osassa yksikaistaisista kiertoliittymistä kiertotilaa on yleensä  
kavennettava. Kavennuksilla vähennetään myös henkilöautojen nopeuksia  
liittymäalueella. Toisaalta se toimii kiertotilan yliajettavana alueena siten, että  
erikoiskuljetukset ja muut pitkät ajoneuvot sekä ajoneuvoyhdistelmät pääse-  
vät liittymän läpi. Kavennus tehdään kiveyksestä tai karkeasta materiaalista  
siten, että se kestää raskaan kaluston yliajon. Pintamateriaaleina käytetään  
betoni- tai luonnonkiveä Kiertotilan kavennuksen reunatukijärjestelyt ja kiveys  
suunnitellaan siten, etteivät ne riko ajoneuvojen renkaita. Kiertotilan kaven-  
nuksen reunatuki ei myöskään saa estää ajoneuvon renkaita nousemasta  
viistosti kiveykselle talviolosuhteissa. (Tiehallinto 2001, 77.) Kiertoliittymän  
keskipisteen asettamisessa otetaan huomioon muun muassa tulosuuntien  
porrastus, taivutus ja käytössä oleva tila. Jokainen tulosuunta suunnitellaan  
erillisenä, eikä tulosuuntien linjausten tarvitse yhtyä (Kyrö 2010, 31).

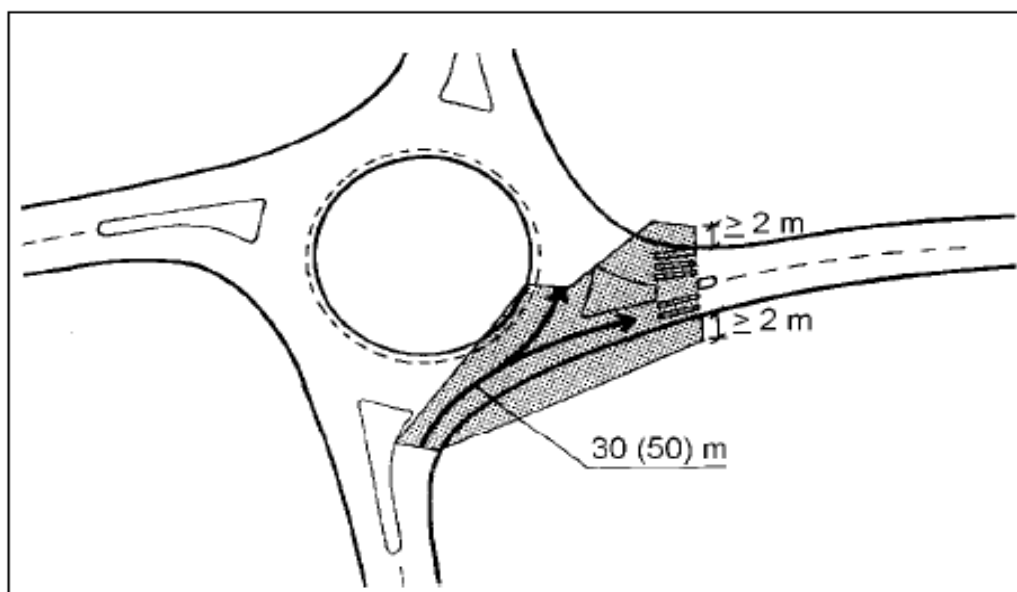
Liittymän kohdalla ajorata suunnitellaan yleensä sellaiseksi, että mitoitusajo-  
neuvo pystyy läpäisemään liittymän suunniteltuja ajokaistoja myöten (Tiehal-  
linto 2001, 13). Kiertoliittymät tulisi suunnitella siten, etteivät ajonopeudet  
pääse kasvamaan liian suuriksi. Halutut ajonopeudet liittymäalueella ovat 20  
- 40 km/h. Tähän päästään tulosuuntien pienipiirteisellä geometrialla ja kier-  
totilan tiukalla mitoituksella. Liittymän muoto suunnitellaan sellaiseksi, ettei  
liittymän läpi pääse oikaisemallakaan ajamaan liian lujaa. Raskaan liikenteen  
liikennöitävyyden takia ajoneuvouran suurimman säteen on liittymän kohdalla  
oltava vähintään 35 m. (Tiehallinto 2001, 74.)

Tulosuunnassa pitää olla aina tienopeuden mukainen pysähtymisnäkemä.  
Lisäksi tulosuunnan näkemäalue mitoitetaan siten, että liittymään saapuva  
autoilija voi esteettä havaita edellisestä tulohaarasta saapuvan ja sen kohdal-  
la kiertotilassa olevan ajoneuvon. Autoilija voi tällöin ajoissa päättää ajaako  
liittymään vai jääkö odottamaan. Etäisyyden Ls1 on oltava vähintään 60 m ja  
poikkeustapauksissakin vähintään 40 m. Etäisyys Ls2 on vähintään 5 m (Ku-  
vio 3). Autoilijan, joka joutuu pysähtymään väistämiskiiville, pitää nähdä

edellisestä tulohaarasta saapuva ja kiertotilassa oleva liikenne riittävän pitkällä matkalla pystyäkseen tekemään ajoissa päätöksen ajosuorituksestaan (Kuvio 3). Autoilijan on pystyttävä näkemään väistämiskiivalt myös seuraavaan liittymähaaraan tai vähintään 30 m ajosuuntaan (Kuvio 4). Näkemävaatimus on 50 metriä suurissa liittymissä, joiden kiertosaarekkeen halkaisija on suurempi kuin 40 m. Väistämiskiivalle pysähtyneen autoilijan on nähtävä vähintään 2 metriä suojatien jatkeen suuntaan seuraavaa liittymähaaraa (Kuvio 4). (Tiehallinto 2001, 47.)



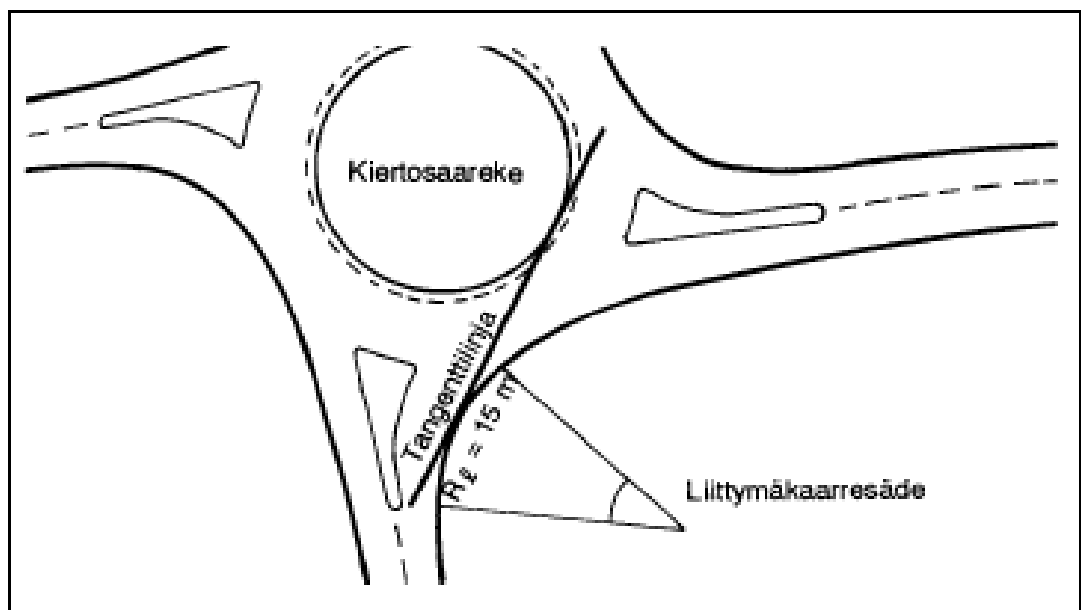
Kuvio 3. Näkemien mitoitus kiertoliittymän tulosuunnassa (Tiehallinto 2001, 47)



Kuvio 4. Näkemät ajosuuntaan (Tiehallinto 2001, 47)



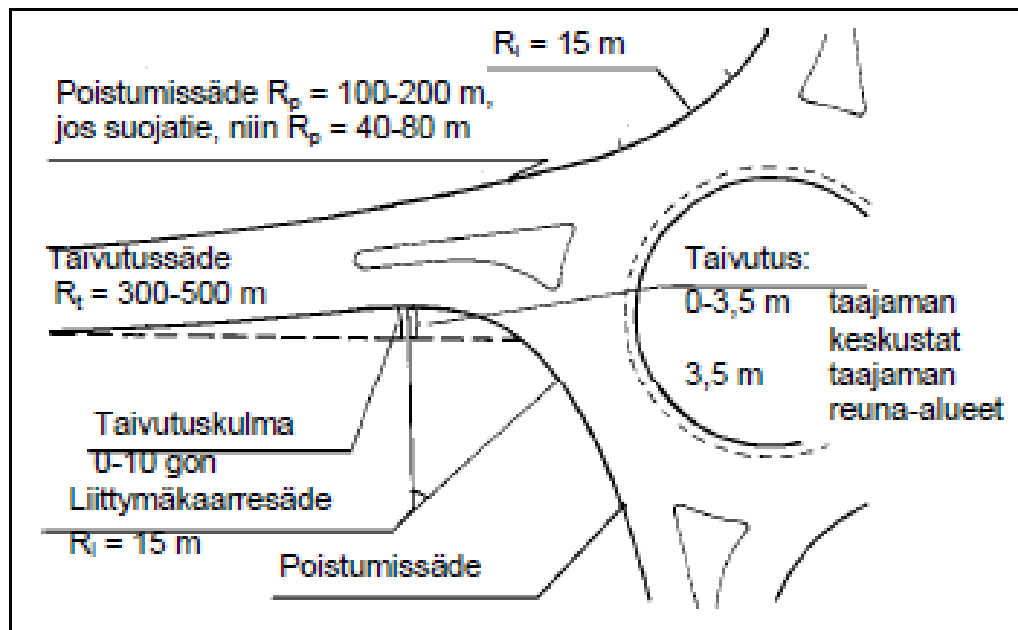
Tulosuunnat suunnitellaan myös niin, ettei liittymään voi ajaa liian suurella nopeudella. Normaaleissa ja pienissä kiertoliittymissä tulosuunnat porrastetaan tarpeen mukaan. Tulosuuntien porrastus saa olla enintään 3,5 m vasemmalle kiertosaarekkeen keskipisteestä. Suurempi porrastus hankaloittaa pitkien ajoneuvojen sisääntuloa kiertoliittymään ja poistumissuunta saattaa tulla liian sujuvaksi. Lisäksi voi aiheutua väärään ajosuuntaan oikomista. Suunnittelussa tarkastetaan, että liittymäkaarre ja kiertosaareke tangentoituvat (Kuvio 5). Tällä varmistetaan riittävä ohjaus oikealle ja estetään myös liian suoran ajolinjan syntymistä. Joskus tangentointia ei tarvitse ottaa huomioon, tällaisia tapauksia ovat taajaman keskustassa olevat kiertoliittymät sekä 2-kaistaiset kiertoliittymät. 2-kaistaisessa kiertoliittymässä ei sovelleta tangentointia, koska silloin sekä vasenta että oikeaa ajokaistaa sisään tulevat ajoneuvot ohjautuisivat kiertotilan sisäkaistalle. (Tiehallinto 2001, 75.)



Kuvio 5. Kiertoliittymän tangentointi (Tiehallinto 2001, 75)

Kuviossa 6 on esitetty kiertoliittymän tulo- ja poistumissuunnan mitoitussarvoja. Tulosuunta suunnitellaan oikealle ohjaavaksi. Kuten aiemmassa kappaleessa mainitaan, liittymään tulonopeutta alennetaan taivuttamalla ajorataa vasemmalle maksimissaan 3,5 m. Taivutuksia käytetään taajaman porttikohdissa nopeuden alentajana ja aina, jos liittymävälit ovat pitkiä ( $> 300 \text{ m}$ ) tai tien nopeusrajoitus on korkea. Taivutus voi vaihdella liittymän eri tulosuunnilla. Liittymästä poistuminen tehdään sujuvaksi, jos poistumissuunnalla ei ole

suojatietä tai pyörätien jatketta (poistumissäde  $R_p = 100 - 200$  m). Suojatien tai pyörätien tapauksissa ajonopeuksia rajoitetaan tiukemmalla mitoituksella ( $R_p = 40 - 80$  m). Taivutussäde  $R_t$  on  $300 - 500$  m ja taivutuskulma  $0 - 10$  gon. Lisäksi käytetään pientä liittymä-kaarresädettä  $R_l$ . Yleensä liittymäkaarresäde on  $15$  m, mutta pienissä ja miniliittymissä se voi olla pienempi. (Kyrö 2010, 10–11.)

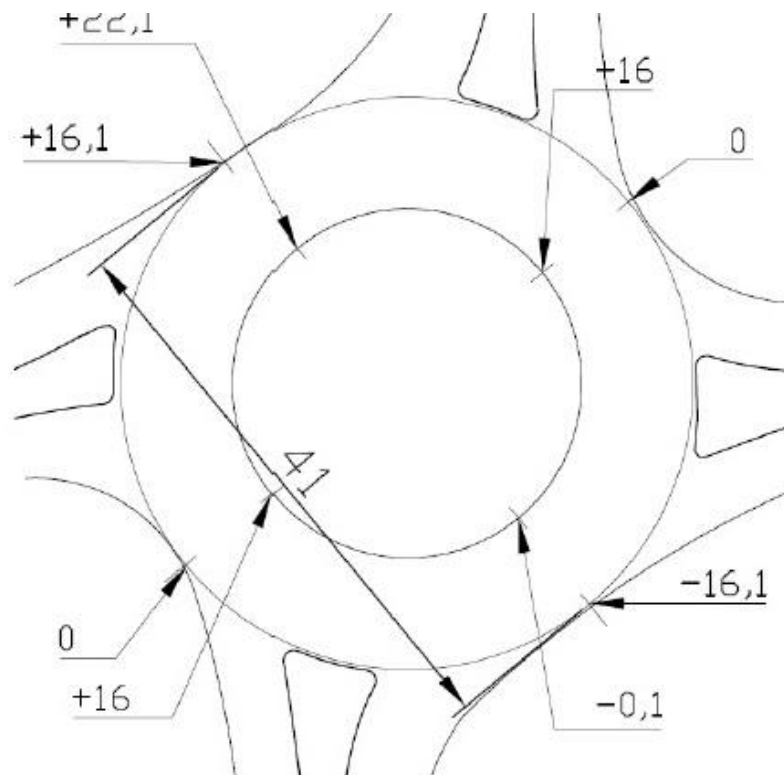


Kuvio 6. Kiertoliittymän tulo- ja poistumissuunnan mitoitusarvot (Tiehallinto 2001, 77)

Kiertoliittymän suunnitelmassa on huomioitava myös kaltevuudet, jotta tielle ei jäisi vesi makaamaan. Juuri kuivatuksen takia on tarkistettava, ettei liittymään jää tasanteita. Kiertoliittymän viettokaltevuus ei saa olla liittymäalueella yli  $3\%$ . Tulosuunnan odotustilan kohdalla pituuskaltevuus saa olla enintään  $1,5\%$ . Sivukaltevuuteen vaikuttaa liittymän koko ja liikenneympäristö. Pääperiaatteena voidaan pienillä ja normaaleilla liittymillä ( $d \leq 40$  m) pitää ulospäin laskevaa korkeintaan  $2,5\%$ :n sivukallistusta. Suurien ja kaksikaistaisten kiertoliittymien sivukaltevuus on suunniteltava aina tapauskohtaisesti. Sivukaltevuus on yleensä joko kokonaan tai ainakin osittain kiertosaarekkeeseen päin. Kaltevuuden ohjearvoja ei saa ylittää edes kaltevassa maastossa. Kunnossapidon helpottamiseksi kiertotilalla ja sen kavennuksella on oltava sama sivukaltevuus. Kavennuksen sivukaltevuus on aina alle  $2,5\%$ . Talvikunnossapidon takia kiertoliittymän ajettavuus testataan aurasikalustolla. Kiertotilan

kavennuksen reunajärjestely suunnitellaan niin, että kiertoliittymään saapuva aura-auto pystyy ajamaan kiertotilaan ilman että aura osuu reunatukeen. (Tiehallinto 2001, 77, 79–80.)

Kiertoliittymän pituuskaltevuus määritellään ympäröivän maaston ja liittyvien teiden pituuskaltevuuksien mukaan. Yleensä pituuskaltevuus kallistuu johonkin kiertoliittymän neljänneksistä. Pituuskaltevuus kiertoliittymässä tulisi olla korkeintaan 1,5 %. Kuviossa 7 on esitetty esimerkkitapaus pituuskaltevuuden vaikutuksesta korkoihin. Esimerkissä Kiertoliittymän halkaisija (d) on 41 m ja kiertotilan leveys (c) 8 m. Pituuskaltevuus on 0,5 % ja sivukaltevuus 2 %. Halkaisijan ollessa 41 m saadaan kiertoliittymän ulkokehän piiriksi n. 128,8 m kaavalla  $\pi * d$ . Pituuskaltevuus on sidottu piirin puolikkaisiin. Yksi puolikas on näin ollen 64,4 m. Näin ollen puolikkaiden korkeuseroksi saadaan 32,2 cm kaavalla  $64,4 \text{ m} * 0,5 \%$ . Kohtisuorien neljänneksien ulkokaari sidottiin 0-tasoon. Sisäkehän korkeudet saatiin kertomalla kiertotilan leveys (8 m) kaltevuudella 2 %. (Kyrö 2010, 17.)



Kuvio 7. Esimerkki pituuskaltevuuden vaikutuksesta korkoihin (Kyrö 2010, 17)

Kaltevuuksien yhteydessä mainittiin, ettei vesi saisi jäädä tielle makaamaan. Suunnittelijan on otettava siis huomioon myös tien kuivatus. Tien kuivatuksella on tarkoituksena poistaa liikenteelle ja tien rakenteelle haitallinen vesi tien pinnalta ja rakenteen sisältä. Lisäksi on huolehdittava, ettei ympäristön kuivatusta estetä. Kuivatussuunnittelussa otetaan huomioon koko suunnittelualue valuma-alueineen. Kuivatussuunnittelun yhteydessä on varmistettava suunnittelualue ja sen lähiympäristön nykyisen kuivatusjärjestelmän toimivuus. Tällaisena mainittakoon esim. peltosalaoitus ja laajojen asfalttialueiden kuivatuksen toimivuus. Kuivatussuunnitelma liitetään tiesuunnitelman teknisiin asiakirjoihin ja kuivatuksen tärkeimmät periaatteet esitetään tiesuunnitelmas-  
sa, niitä ovat pohjaveden alentamistarpeet ja suojatoimenpiteet sekä varautuminen myöhempää kuivatustarvetta varten. Tiesuunnitelman suunnitelma-  
kartassa esitetään myös uoman siirrot, kaikki laskuojat, merkittävät rummut sekä sadevesijohdot ja pumppaamot laskujohtoineen. (Liikennevirasto 2010, 32, 34.)

## **2.6 Mittauksessa huomioitava**

Kaikilla on oikeus ja velvollisuus turvalliseen työskentelyyn. Edellytyksenä sille on, että tunnetaan vaarat omassa työssä ja tiedetään myös, miten niiltä suojaudutaan. Lisäksi on tunnettava myös laitteisiin, koneisiin ja työympäristöön liittyvät vaarat (Tiehallinto 2009a, 3).

Tiellä liittyviin mittauksiin edellytetään vähintään tieturva 1 -korttia, jotta mit-  
taaja on pätevä työskentelemään turvallisesti tietyömaalla. Tieturva 1 ja tie-  
turva 2 vaatimuksista löytyy tarkemmin kohdasta työturvallisuus. Tarkka ja  
laadukas työ vaatii että mitaaja on myös itse hereillä ja pyrkii mahdollisim-  
man tarkkoihin mittauksiin. Toinen vaikuttava tekijä laadukkaalle työlle on se,  
että laitteet ovat niin ikään kunnossa. Mittaajalla on työmaalla myös muita  
useita eri velvoitteita. Mittaajaa kohtaan kohdistuu esim. työnantajan puolelta  
määräyksiä, joita hänen tulee noudattaa. Nämä määräykset ja velvoitteet on  
koottu lyhyesti seuraaviin kappaleisiin.

Tiellä työskennellään olosuhteissa, joissa on erityisiä vaaroja työntekijöille. Tutkimusten mukaan tiellä työskentely on 3-5 kertaa vaarallisempaa kuin vaikkapa teollisuustyö. Tämä johtuu siitä, että liikenne aiheuttaa jatkuvasti

vaaratilanteita tietyökohteissa. Ajoneuvot ohittavat työntekijät liian läheltä ja usein liian lujalla ajonopeudella. Ajoneuvojen aiheuttamat onnettomuudet ovat tiellä työskenteleville työntekijöille usein seurauksiltaan vakavia (Tiehallinto 2009a, 17).

Mittaajan on noudatettava työnantajan ohjeita ja määräyksiä, turvallisuuden edellyttämää järjestystä ja siisteyttä sekä huolellisuutta ja varovaisuutta. Mittaajan on kokemuksensa ja ammattitaitonsa mukaisesti huolehdittava myös muiden työntekijöiden turvallisuudesta. Työnantajalle ja työsuojeluvaltuutetulle on välittömästi ilmoitettava havaituista vioista ja puutteellisuuksista työpaikalla. Mittaajan on myös mahdollisuuksien mukaan poistettava havaitut ja ilmeistä vaaraa aiheuttavat puutteellisuudet ja viat. Työpaikalla/työmaalla on vältettävä sellaista muihin työntekijöihin kohdistuvaa häirintää tai muuta epäasiallista kohtelua, joka voi aiheuttaa haittaa tai vaaraa heidän turvallisuudelleen. (Työturvallisuuskeskus 2003, 2,7.)

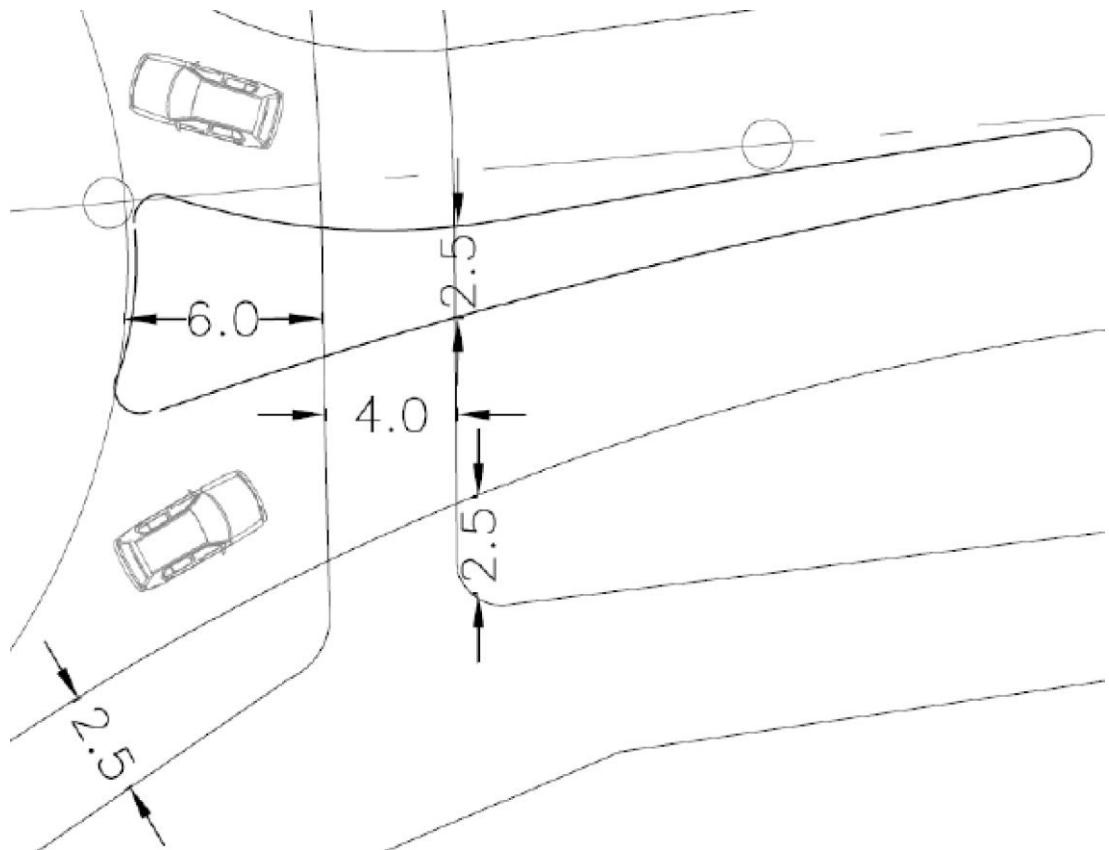
Työntekijän tulee käyttää ja hoitaa huolellisesti ja ohjeiden mukaan työnantajan hänelle antamia henkilösuojaimia ja muita varusteita. Työntekijän on myös käytettävä työssään sellaista asianmukaista vaatetusta, joista ei aiheudu tapaturman vaaraa (Työturvallisuuskeskus 2003, 7). Tarkemmin pukeutumisesta ja muista turvalliseen työskentelyyn vaikuttavista seikoista löytyy kohdasta työturvallisuus.

## **2.7 Kevyt liikenne kiertoliittymässä**

Kevyen liikenteen väylä on myös vaikuttava tekijä kiertoliittymän mitoituksessa. Lähtökohtana mitoitukselle on kevyen liikenteen turvallisuus kiertoliittymässä. Vähän liikennettä sisältävillä väylillä ( $\leq 3000$  ajoneuvoa/vrk), kevyen liikenteen ylitykset kannattaa hoitaa suojatiejärjestelyin. Kevyen liikenteen turvallisuus mielletään niin suomalaisten, kuin kansainvälistenkin kiertoliittymien suurimmaksi kehitystarpeeksi. Yli Puolet Suomen kiertoliittymissä loukkaantuneista on polkupyöräilijöitä, jalankulkijoita tai mopoilijoita. Suomen onnettomuustilastoista paljastui, että kiertoliittymässä jalankulkijoiden suojatieonnettomuudet ovat hieman yleisempiä auton lähtiessä kiertotilasta kuin auton saapuessa kiertoliittymään. (Kyrö 2010, 39.)

Kiertoliittymää suunnitellessa on otettava huomioon kevyen liikenteen yhteyksien tarve ja sijoittuminen. On myös määritettävä risteämisperiaatteet eri liikennemuotojen kanssa ja suunniteltava väylien linjaukset, tasaukset sekä liikennetekniset poikkileikkaukset. Kevyen liikenteen suojatiet ja mahdolliset ali-/ylikulkujärjestelyt on suunniteltava tapauskohtaisesti, lisäksi on tarkistettava liittymisnäkemä risteämiskohdissa ja alikulkuväylien kohdalla. Tällä pyritään vähentämään mahdollisia onnettomuuksia. Suunnittelussa on tärkeää huomioida kevyen liikenteen yhteydet, linja-autopysäkit ja liityntäliikenteen järjestelyt. Linja-autopysäkkien kohdalla on tarkistettava myös näkemät pysäkkiä lähestyessä sekä pysäkiltä lähdettäessä. (Liikennevirasto 2010, 26.)

Kevyen liikenteen väylän minimimitat ja minimietäisyydet kiertoliittymästä on esitetty Kuviossa 8. Kuviossa on esitetty etäisyys kiertoliittymästä saarekkeen kohdalla, kevyen liikenteen väylän leveys saarekkeen kohdalla, saarekkeen leveys kevyen liikenteen väylän kohdalla, kevyen liikenteen odotustila ja kevyen liikenteen väylän etäisyys kiertoliittymästä (Kyrö 2010, 18).



Kuvio 8. Kevyen liikenteen minimimitat ja etäisyydet (Kyrö 2010, 18)

### 3 TYÖTURVALLISUUS TIETYÖMAALLA

Turvallisuus työmaalla kertoo toiminnan laadusta. Ammattitaitoisella työllä tuotetaan laadukkaita tuotteita ja palveluita, siten ettei tapaturmia satu eikä työstä johtuvia sairauksia synny. Tämä on haastavampaa, kun puhutaan yhteisestä työpaikasta. Yhteisellä työpaikalla toimii aina useampi kuin työnantaja. Turvallisuus edellyttää eri osa puolten välistä, toimivaa yhteistyötä. Silti yhteisillä työpaikoilla sattuu useita tapaturmia. Kun samalla alueella tai samoissa tiloissa työskentelee usean eri työnantajan työntekijöitä, tuo se usein koordinoitongelmia. (Työturvallisuuskeskus 2013, 2,5.)

Tiellä tehtävä työ aloitetaan aina liikenteen järjestelyillä. Järjestelyt tehdään aina etukäteen. Vilkkaasti liikennöidyillä tiellä voi syntyä sellainen tilanne, että työ sinänsä voi olla yksinkertaiselta vaikuttava, mutta todellisuudessa vaatii ajokaistalla työskentelyä, jolloin kaistan sulkutoimenpiteet ovat huomattavasti suuritöisemmät kuin työ itse. Työtä ei kuitenkaan voi tehdä turvallisesti ilman kaistan sulkemista. Vaihtoehtona on käyttää törmäysvaimentimella varustettua varoitusajoneuvoa suojaamaan työkohdetta (Tiehallinto 2009b, 25).

Järjestelyihin kuuluu työkohteen suojaamisen lisäksi myös tietyömaalle pystytettävät liikennemerkit. Tiellä tehtävän työkohteen suojauksella tarkoitetaan rakenteita, jotka suojaavat liikennettä työmaalta, työntekijöitä liikenteeltä ja liikenteen osapuolia toisiltaan. Suojauksella pyritään estämään esim. työntekijöiden päälle ajaminen, ajoradalta ulos ajaminen sekä vastakkaisten liikenne suuntien törmäminen. Suojauksella tulee estää niin ikään jalankulkijoiden tahaton putoaminen kaivantoihin ja eksyminen tietyökohteeseen. Tietyömaalla käytetään liikennemerkkejä, jotka ovat kunnoltaan moitteettomia. Merkit on pystytettävä tilapäisestikin luotettavalla tavalla. Ajoneuvojen ilmavirta tai tuuli ei saa kaataa tai siirtää merkkejä/laitteita. Tietyömaan liikennemerkit pystytetään tien poikkileikkaukseen säännösten sallimissa rajoissa käyttäen kesäaikana minimietäisyyttä ja -korkeutta. Minimietäisyys on 0,5 metriä ajoradan reunasta ja minimikorkeus on 1,5 metriä ajoradan pinnasta. (Tiehallinto 2009a, 36,45.)

Ajoneuvojen ja työkoneiden toiminta-alueella tienrakennustyömaalla työskenneltäessä on käytettävä standardin SFS-EN 471 mukaista näkyvää varoi-

tusvaatetusta, jonka suojausluokka näkyvän materiaalin vähimmäispinta-alan mukaan on 2. Käyttövelvoite koskee kaikkia työmaalla tai työkohteessa jalan liikkuvia. Vierailijoita varten työmaalle on varattava vähintään kolme varoitusliiviä. Kesällä päiväaikaan tehtävissä töissä voidaan 2-luokan varoitusasun sijasta käyttää keltaista päiväloisteväriä olevaa t-paitaa. Tämä edellyttää kuitenkin aina työnantajan päätöstä, joka perustuu kirjalliseen riskikartoitukseen. (Liikennevirasto 2011, 15.)

Työnantaja on lain mukaan myös velvollinen huolehtimaan työntekijän turvallisuudesta ja terveellisyydestä työssä. Työnantajan velvollisuuksiin liittyy myös, että työnantajan sijainen, esimerkiksi työnjohtaja on perehdytetty riittävästi tehtäviinsä ja että hänellä on riittävät resurssit ja toimivaltuudet työsuojeluasioiden hoitamiseen. Työnantajan yleiset velvollisuudet edellytetään työsuojeluviranomaisten valvontakäytössä ja ne myös kuuluvat hyvään turvallisuuskulttuuriin. Suunnittelussa on otettava huomioon mm. käytettävien koneiden, työvälineiden ja terveydelle vaarallisten aineiden käyttöä vaikutukset työntekijän turvallisuuteen ja terveyteen, ja että ne ovat soveltuvia aiottuun tarkoitukseen. (Työturvallisuuskeskus 2003, 2, 6.)

Työturvallisuuslain periaatteiden mukaan työnantajan on työn ja toiminnan luonteet huomioon ottaen selvitettävä työpaikalla sijaitsevat vaara- ja haittatekijät. Mikäli niitä ei voida poistaa, on arvioitava työpaikalla niiden merkitys työntekijöiden turvallisuudelle ja terveydelle. Työpaikan riskien arviointi on sisällytettävä työnantajan työsuojelun toimintaohjelmaan. Riskien arviointi on tehtävä työturvallisuuslain mukaan kaikesta työstä. (Liikennevirasto 2011, 6; Työturvallisuuskeskus 2013, 9.)

Henkilösuojaimet valitaan riskien arvioinnin perusteella vähentämään työpaikalla esiintyvien terveys- ja turvallisuusriskejä, joita ei voida muutoin kohtuullisin keinoin poistaa. Henkilösuojainten hankinta on työnantajan veloitteena. Maantiellä tehtävän työn osalta tehdään myös yleinen riskien arviointi työntekijän havaittavuudesta. Tämän arvioinnin perusteella havaittavuuteen liittyvää riskiä ei voida poistaa muutoin kuin huomio-/varoitustaiteita käyttäen. Liikennevirasto edellyttää kaikilta maantiellä työskenteleviltä varoitusasuisten käyttämistä. (Liikennevirasto 2011, 6.)



Liikennevirasto edellyttää tietyömaalla työskentelyyn ja työmaan johtamiseen osallistuvalla henkilöllä tieturvaturkintoa/tieturvakorttia. Tieturvakortin suoritettuaan henkilöllä on pätevyysvaatimukset, joita tietyömaalla työskentely edellyttää. Tieturvakortti on määräaikainen, joten urakoitsijoiden on huolehdittava kortin voimassaolosta. Tieturvapätevyys on olemassa sekä tieturva 1 että tieturva 2. Tieturva 1 -pätevyys vaaditaan henkilöllä, joka osallistuu tiellä tehtävään tienpitoon liittyvään työhön. (Liikennevirasto 2011, 9.)

Muussa kuin kertaluontoisessa työssä vaaditaan tieturva 1 – pätevyys tie- ja päällystemateriaaleja kuljettavan auton kuljettajalta sekä työkonetta kuljettajalta. Mikäli kyseessä on hetkellinen, tietoimitukseen liittyvä mittaus- ja kartoitustyö, ei tieturva pätevyyttä välttämättä tarvita. Tieturva 2 -koulutukseen osallistuminen vaatii tieturva 1 -pätevyyttä. Tieturva 2 -pätevyys vaaditaan mm. Liikenneturvallisuudesta vastaavalta henkilöllä, päätoteuttajan liikenneturvallisuus vastaavalta sekä tienpitoon liittyvässä työssä työnjohto-, valvonta- ja liikenteen järjestelyjen suunnittelutehtävissä työskentelevältä. (Liikennevirasto 2011, 9.)

#### 4 ULVILANTIEN KIERTOLIITTYMÄ

Kiertoliittymä on tutkimusten mukaan muita tasoliittymiä turvallisempi, sillä vasemmalle kääntyminen on korvattu kahdella oikealle kääntymisellä. Kiertoliittymässä liikenteen välityskyky on hyvä ja myös sivuteiltä pääsee muun liikenteen sekaan helpommin. Kiertoliittymä sopii hyvin myös taajamaympäristöön (Tiehallinto 2003).

Ennen kiertoliittymää kyseisellä paikalla sijaitsi liittymä, josta ei voinut kääntyä vasemmalle (Kuvio 9). Esimerkiksi, mikäli olisi halunnut kääntyä Ulvilasta päin tultaessa (Kuvio 9) vasemmalle Ojantielle, täytyy ajaa ensin risteys ohitse ja kääntyä seuraavasta valoristeyksestä vasemmalle. Nykyisin paikalla sijaitseva kiertoliittymä mahdollistaa kääntymisen kaikkiin risteysksiin.

Valittu paikka on otollinen kiertoliittymälle. Kiertoliittymä lisää turvallisuutta liittymissä ja kyseinen paikka sijaitsee taajama-alueella, jossa aiemmin sivuteiltä oli mahdollista kääntyä vain yhteen suuntaan. Alueella on hyvin tilaa kiertoliittymälle, sillä kahdessa nurkassa on peltoa. Risteysalue leveni kiertoliittymän johdosta hieman, muttei alueella tarvinnut tehdä kovin suuria muutoksia. Kuvio 9 voi nähdä, millainen liittymä paikalla oli ennen kiertoliittymän rakentamista.



Kuvio 9. Ulvilantien, Ojantien ja Aarnintien risteys ennen kiertoliittymää

Poriin rakennetaan jatkuvasti uusia kiertoliittymiä, syy on siihen selvä. Kiertoliittymän turvallisuuden lisäksi toinen syy lienee myös taloudellinen hyöty. Nimittäin jo yksi loukkaantumisonnettomuus aiheuttaa yhteiskunnalle huomattavia kustannuksia. Taulukossa 1 näkyy Tiehallinnon laskelmat vuoden 2005 eri onnettomuuksien kustannuksista. Taulukosta saa hyvän kokonaiskuvan siitä, miten suurista summista puhutaan. Laskelmien mukaan onnettomuuskustannuksia koituu Porin kaupungille sairaala- ym. menoina noin 15–20% (Pori 2009).

Taulukko 1. Tiehallinnon henkilövahinkojen ja eri onnettomuustyyppien yksikköarvot vuonna 2005 (Pori 2009)

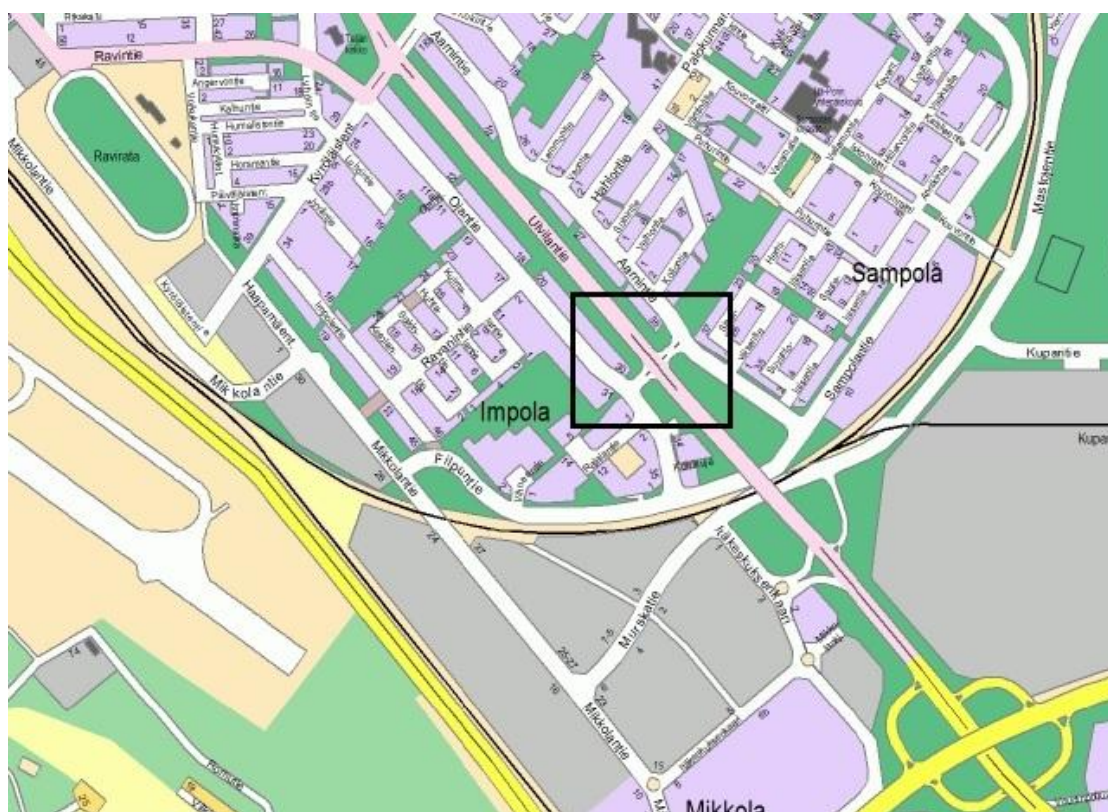
Henkilövahinkojen yksikköarvot	Euroa
Kuolema	1 752 000
Pysyvä vamma	986 000
Vaikea tilapäinen vamma	227 000
Lievä tilapäinen vamma	44 300
Tilapäinen vamma keskimäärin	135 000
<u>Keskimääräinen (ei kuolemaan johtanut) vamma</u>	<u>221 000</u>
<b>Onnettomuustyyppikohtaiset yksikköarvot</b>	
Kuolemaan johtanut onnettomuus	2 205 000
Vammutumiseen johtanut onnettomuus	330 000
Henkilövahinko-onnettomuus keskimäärin	471 000
Pelkkä omaisuusvahinko-onnettomuus	2 700
Tielikenneonnettomuus keskimäärin	118 000

Yllä olevan taulukon onnettomuuskustannukset tuntuivat katuverkkoon suhteutettuna korkeilta, joten Porin kaupunki puolitti henkilövahinkoarvon omaan katuverkon risteyslaskelmaansa. Kaupungin tarkasteltaviin risteyksiin kuului 16 eri risteystä. Ennen kiertoliittymäjärjestelyjä onnettomuuskustannuksiksi tuli n. 3,3 miljoonaa (M) euroa vuodessa ja kiertoliittymien aikana noin 1,0M€ vuodessa. Näin ollen laskennallista säästöä yhteiskunnalle kiertoliittymäjärjestelyistä on tullut 2,3M€ vuodessa eli n. 0,14M€/v risteystä kohti. Tämä luku saadaan jakamalla 2,3M€ tarkastelluilla risteyksillä (16 kpl). Porin kaupungille koituu näistä kustannuksista siis 15–20%, näin ollen onnettomuussäästöt Porille ovat yhteensä n. 0,4M€/v ja jokaista risteystäkin kohti peräti 25 000 euroa vuodessa. (Pori 2009.)

Porin kaupungissa ensimmäinen uudenmallinen liikenneympyrä rakennettiin vuonna 1994 (Pori 2009). Nykyään Porissa on jo yli kolmekymmentä kiertoliittymää. Kyseisen paikan läheisyydessäkin on useita kiertoliittymiä, joten se

sopii hyvin maisemallisesti muiden joukkoon. Kiertoliittymät ovat suosittu vaihtoehto jos risteyksen välityskyvyssä tai turvallisuudessa on ollut aikaisemmin ongelmia.

Kyseinen kiertoliittymä sijaitsee Porin kaupungin itäosassa. Liittymän välittömässä läheisyydessä ovat Impolan ja Sampolan kaupunginosat ja myös Mikolan kaupunginosan kauppakeskukset ovat liittymän läheisyydessä. Liikenne saapuu liittymään pääasiassa yhdystietä 2552 eli Ulvilantietä pitkin, sillä kyseessä on liittymään tulevista teistä selvästi vilkkain tie. Ulvilantien pituus on yhteensä n. 5 kilometriä. Kaksi muuta liittymään tulevaa tietä ovat nimeltään Aarnintie sekä Ojantie (Kuvio 10).



Kuvio 10. Kiertoliittymän sijainti. Ulvilantien, Aarnintien ja Ojantien risteys

## 5 MERKINTÄ- JA KARTOITUSTYÖT

### 5.1 Mittauslaitteisto

Mittauksissa käytettiin työmaan aikana kolmen eri laitevalmistajan kojeita. Nämä laitevalmistajat ovat Leica, Topcon sekä Trimble. Erityistä tarkkuutta vaativissa merkintämittauksissa käytettiin Leican robottitakymetriä mallia TS12. Lisäksi käytettiin Leican 360° prisma ja siihen sopivaa prisma-auvaa, sekä maastotallenninta. Takymetri on mittaajan yleistyökalu. Se on ensisijaisesti kulman- ja etäisyydenmittauskoje, mutta sillä voidaan tehdä erittäin monipuolisia mittauksia. Takymetri on satelliittimittauksen kojeiden ohella tärkein mittaus- ja kartoitustekniikassa nykyään käytettävä kojeista. (Laurila 2008, 223.) Robottitakymetri on pitkälle automatisoitu etäkäytettävä takymetri. Sen avulla yksi mittaaja pystyy tekemään normaalit merkintä- ja kartoitustyöt. Edellytyksenä etäkäytölle on servotakymetri ja takymetrin ja prisman välinen tietoliikenneyhteys. Prismaa puolestaan käytetään heijastimena takymetrillä tehtävissä etäisyydenmittauksissa. (Laurila 2008, 20, 283.)

Kartoitusmittauksissa puolestaan käytettiin Trimblen R4 GPS-laitetta ja TSC2-maastotallenninta. Sana GPS tulee sanoista Global Positioning System. Kyseessä on siis yleisimmin käytetty paikannussatelliittijärjestelmä, ja tämän vuoksi puhutaankin yleisesti GPS-paikannuksesta. Satelliittipaikantimen avulla mitataan etäisyyksiä paikannussatelliitteihin. (Laurila 2008, xii.) Maastotallennin puolestaan on maastotietokone, joka on maastokelpoinen ja säänkestävä tietokone. Se sisältää mittausohjelmistot ja siihen tallennetaan mittaushavainnot ja muut mittauksissa tarvittavat tiedot. Maastotallentimen avulla tehdään myös mittauksiin liittyvät tiedonsiirrot. (Laurila 2008, 229.)

Korkeudet merkittiin paaluihin usein vaaitsemalla. Vaaituskojeena käytettiin Topconin At-B3 mallia, jossa on myös auto level ominaisuus. Vaaituskojeen kanssa käytettiin pääasiassa rullalattaa. Vaaituskoje on rakenteeltaan yksinkertainen optinen laite. Sen tärkein osa on vaaka-suoraan asetettava mittauskaukoputki. Useimmat vaaituskojeet ovat nykyisin itsetasaavia, eli niistä löytyy auto level ominaisuus. Itsetasaavassa vaaituskojeessa on karkeaa tasausta varten rasiatasain, mutta kojeen tarkka tasaus tapahtuu automaatti-

sen tasaimen eli kompensattorin avulla. (Laurila 2008, 194.) Latta on korkeudenmittauksessa käytettävä litteä vaaitustanko.

Näiden perinteisten maanmittauslaitteiden lisäksi työmaalla tarvittiin myös muita lukuisia apuvälineitä, ne vaihtelivat työvaiheesta riippuen. Tällaisia apuvälineitä olivat mm. merkkausmaali, porakone, leka sekä rullamitta. Eri-tyisesti merkkausmaalia kului monta laatikollista, sillä merkattavaa tienpintaan oli paljon.

## **5.2 Työtehtävät**

Työtehtävät Ulvilantien kiertoliittymässä olivat erittäin monipuolisia ja erityisesti merkintämittauksissa sai tehdä samat merkinnät useamman kerran. Merkintämittausten jälkeen oli vuorossa vielä kartoitusmittaukset, joita tehtiin niin ikään useampana päivänä.

Työt aloitettiin toukokuussa merkitsemällä kiertoliittymästä johtuvia tien muutoksia Ojantielle. Merkkaaminen tapahtui aluksi punaisella merkintämaalilla, mutta työmaan aikana käytössä olivat myös valkoinen ja keltainen maali. Tiementäyttöjä tehtiin suoralla tiellä n. 5 -10 metrin välein mutta risteyskohdissa, esimerkiksi kevyen liikenteen kanssa, merkintöjä tehtiin tiheämpään. Tienreuna merkintöjä ei kuitenkaan aluksi tehty enempää, vaan työmaa jatkui Ojantien puolella, uudistuvan kevyen liikenteen väylän merkinnällä.

Ojantien puoleista kevyen liikenteen väylää merkatessa paalutettiin useampana päivänä samat kohteet, sillä usein yksi tai useampi paalu kaatui kaivinkoneen käsittelyssä. Paalut laitettiin merkiksi metrin päähän merkintäpisteestä, näin ollen työkoneilla jäi metrin työskentely tila. Merkintä tapahtui GPS-laitteella, niin että ensin merkattiin merkintämaalilla pieni piste oikeaan paikkaan. Tämän jälkeen otettiin rullamitalla metrin etäisyys pisteestä ja lyötiin paalu siihen pystyyn.

Paaluihin merkittiin pistenumero, etäisyys pisteeseen sekä haluttu valmiin pinnan korkeus yhden metrin lisällä. Pistenumerot merkittiin niin, että pistenumero 50 oli 0+50 ja pistenumero 1 puolestaan 0+01. Tällä merkintätavalla saadaan poistettua mahdolliset väärinkäsitykset, pistenumeroita voitaisiin

luulla muuten vaikka korkeudeksi. Pistenumerot etenivät samassa suhteessa etäisyyden kanssa, sillä esimerkiksi pistenumeroiden 20 ja 30 välillä on myös 10 metriä. Paalun sivuihin tuli myös merkintä 1m ja nuoli pisteeseen päin, tämä kertoi että paalu sijaitsee metrin päässä pisteestä. Välillä jouduttiin käyttämään myös muuta etäisyyttä, kun maastoon ei voinut lyödä paalua metrin etäisyydelle.

Paaluihin merkittiin keltaisia merkintälappuja, jotta saatiin pohjakerrokset oikeiksi ja myös pinta tuli määrätyle korkeudelle. Paalun päähän mitattiin korkeus joko vaaituskojeella tai takymetrillä. Korkeus merkattiin tussilla paaluun. Korkeudesta johtuen paalua joko jatkettiin tai lappu laskettiin halutulle korkeudelle. Kuviosta 11 näkyy Ojantien puoleisen kevyen liikenteen väylän korkeuksia. Esimerkiksi pistenumero 20 (vasemman puoleinen ympyrä) haluttu korkeus on +7.23. Kuvitellaan että pistenumeroa 20 vastaava paalunpää on korkeudessa +8.33, tällöin lappu tulee 10 cm alaspäin paalunpäästä. Paaluihin tuleva lappu on siis metrin määrätyn korkeuden yläpuolella.

Työmaalla korkeudenmittaus tapahtui pääasiassa vaaitsemalla, ainoastaan työmaan loppuvaiheilla käytettiin takymetriä tien pinnan korkeudenmittauksessa. Vaaituskojeet ovat erittäin yksinkertaisia käyttää, ja tämän vuoksi ne ovatkin erittäin käyttökelpoisia monissa rakentamiseen liittyvissä mittauksissa. Tarkimmat korkeudenmittaukset tehdään juurikin vaaitsemalla. Vaaitseminen on ainoastaan korkeudenmittaukseen tarkoitettu mittausmenetelmä ja se sitä tarkempaa, mitä lyhyempiä tähtäysmatkoja käytetään. Vaaittaessa kahden pisteen välinen korkeusero mitataan muodostamalla vaaituskojeella vaakasuora tähtäyslinja- sekä taso. (Laurila 2008, 191–193, 199.)

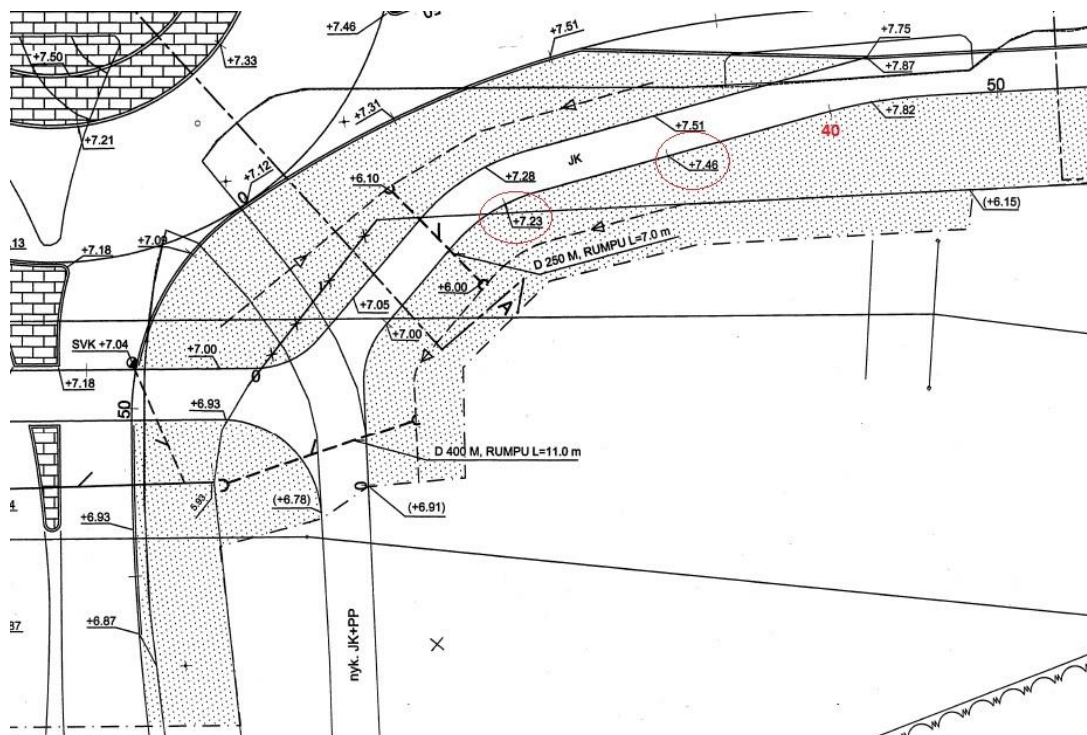
Vaaituksen periaatteena on siis selvittää kahden pisteen välinen korkeusero vaakasuorilla tähtäyksillä pystysuoriin lattoihin. Havaintoja tehdään aina vähintään kaksi, sillä ensin tehdään tunnettuun tai ennalta mitattuun pisteeseen ns. taakselukemaan. Tällä saadaan selville kojeen vaakataso korkeus. Seuraava havainto tehdään sitten puolestaan eteenlukemaan, eli tuntemattomaan tai ennen mittamaattomaan pisteeseen. Taakselukeman ja eteenlukeman välisestä erotuksesta selviää pisteiden korkeuksien ero. Työmaalla ei



tarvinnut kuitenkin laskea kyseistä eroa, sillä haluttiin tietää vain tuntemattoman pisteen korkeus.

Kuvioon 11 on selvennetty korkeuksia ja pistenumeroita. Ympyröidyt pisteet vasemmalta oikealle ovat 20 ja 30. Selvennyksen vuoksi pistenumero 40 on merkattu myös kuvaan, ympyröityjen pisteiden oikealle puolelle. Tässä tapauksessa pistenumero pienenee siis oikealta vasemmalle, näin ollen pistenumero kymmenen on +7.00 luvun kohdalla olevassa pienessä väkäsessä.

Työmaalla sai usein laskea tiettyjen pisteiden korkeuksia kartasta, mikäli niille ei ollut annettu suoraa korkeutta. Esimerkiksi, mikäli työmaalle haluttiin pisteen 35 korkeus, täytyi se laskea kartan korkeuksista (Kuvio 11). Voidaan päätellä helposti, että pistenumero 35 on ympyröityjen pisteiden 30 ja 40 puolellavälissä. Pisteneron 30 korkeus on +7.23 ja pisteneron 40 korkeus on puolestaan +7.46, näin ollen pisteen 35 korkeus on näiden kahden luvun puolivälissä. Pisteiden 30 ja 40 välinen korkeusero on 23 cm, joten puolivälissä korkeuseroa on 11,5 cm. Puolivälin, eli pisteen 35 haluttu korkeus on näin ollen +7.345.



Kuvio 11. Esimerkki Ojantien puoleisen kevyen liikenteen väylän korkeuksista ja pistenumeroista



Ojantien oikeaa reunaa menevä kevyen liikenteen väylä loppuu oikeassa yläkulmassa, hieman kuvio 11 jälkeen. Kyseiselle paikalle rakennettiin linja-autopysäkki. Kevyen liikenteen väylä jatkuu Ojantien ylityskohdan jälkeen vasenta reunaa ja ylittää sieltä Ulvilantien. Koko Ulvilantien kiertoliittymätyömaan kuva löytyy liitteestä 3.

Työmaalle tehtiin myös ajopuu, jolla voitiin tarkastaa että onko korkeus oikea jokaisella täyterroksella. Ajopuuhun merkataan lappuja kerroksittain määrätuille kohdille, näin saatiin siis katsottua milloin pohja oli oikealla korkeudella tai oliko murskekerroksessa tarpeeksi mursketta. Ajopuu laitetaan esim. murskekerroksen päälle ja mikäli ajopuussa oleva murskekerrosta näyttävä lappu on samalla tasolla paaluissa olevien korkeuksien kanssa, on tällöin kerros oikealla korkeudella. Ulvilantien kiertoliittymässä käytetyt rakennekerrokset on esitetty kuviossa 12.

RAKENTEET:	
<b>AJORATAMUUTOKSET</b>	<b>JK+PP RAKENNE</b>
RAKENNE E/90	RAKENNE E/48
50 MM KULUTUSKERROS, SMA/16	30 MM KULUTUSKERROS, AB12/80
200 MM KANTAVAKERROS, MURSKE	150 MM KANTAVA KERROS, MURSKE
400 MM JAKAVAKERROS, MURSKESORA	300 MM JAKAVA KERROS, MURSKESORA
250 MM SUODATINKERROS, HIEKKA	
900 MM YHT.	480 MM YHT.
	TÄYTÖT HIEKALLA
<b>BETONIKIVIKOROKKEET</b>	
80 MM KULUTUSKERROS, BETONIKIVI (PUNAINEN PERINNEKIVI)	
40 MM ASENNUSMURSKE 0...6 MM	
MURSKE 0...32 MM TARVITTAESSA	
KOROKKEIDEN KOHDILTA NYK. ASFALTTI POISTETAAN/RIKOTAAN VEDENLÄISEVÄKSI	
<b>NURMETUKSET:</b>	
KASVUALUSTA >150 MM	
SADEVESIKAIVOT D 800 B, LASKUPUTKET D 160 PVC/T	

Kuvio 12. Ulvilantien kiertoliittymän rakenteet

Välillä työmaalla sai tehdä myös kartoitusmittauksia, joihin ei kuitenkaan kulunut aikaa kuin muutama minuutti, sen verran lyhyitä matkoja kartoitettiin kerrallaan. Katu nimittäin toimii liikenteen välittämisen lisäksi sijoituspaikkana erilaisille kaapeleille ja johdoille. Johdot ja viemärit suunnitellaan ja rakennetaan yleensä samanaikaisesti kadun kanssa, mutta myöhemmin rakennettavat kaapelit haittaavat kadun käyttökelpoisuutta ja kunnossapitoa (Katu

2002, 39). Tästä johtuen työmaalle vedettiin, ja sitä mukaan myös kartoitettiin jokainen mahdollinen kaapeli ja johto samaa tahtia kuin kadun rakentaminen eteni. Kaapeleiden ja johtojen suojaaminen tapahtui kouruilla tai suoja-putkillla.

Muut kuin vesijohdot ja vesiviemärikaivannot sijoitetaan yleensä kevyen liikenteen väylän alle tai viemärikaivantoon nähden ajoradan vastakkaisen puoliskon alle. Tällaisia johtoja ja kaapeleita ovat sähkö-, puhelin-, tele- ja kaukolämpöjohdot/kaapelit (Katu 2002, 52).

Merkintämittaukset jatkuivat Ojantien toiselle puolelle, jossa kevyen liikenteen väylä jatkui. Työtehtävät jatkuivat samana, sillä paaluja lyötiin pystyyn useita ja niihin laitettiin samat tiedot kuin jo aikaisemmin mainituissa tapauksissa. Kuten aikaisemminkin, paaluja sai käydä useamman kerran korjaamassa tai jopa lyömässä kokonaan uuden, työkoneen vaurioittaessa paalua. Toimintatapa oli kuitenkin tismalleen sama kuin jo aikaisemmin mainitussa tapauksessa.

Ojantien puoleisen kevyen liikenteen ollessa merkattu, käytiin välillä merkitsemässä tietä ja sille tulevia muutoksia. Näitä muutoksia olivat mm. tulevat valopylväät ja sadevesikaivot. Erityisen kiireelliseksi tässä vaiheessa osoittautuivat kiertoliittymän Ulvilantielle tulevat liikenteenjakajat. Niiden läheisyydessä riittikin merkattavaa sillä kiertoliittymän ulkoreunaa merkattiin jo osin, jotta tuleva kiertoliittymä on helpompi hahmottaa. Myös reunakivien paikat ja liikenteenjakajien sisällä olevat valopylväiden paikat olivat kiireellisiä merkattavia.

Erityisesti valaisinpylväiden merkkauksessa oli hommaa, sillä kun kaivinkone oli saanut kaivettua kohtaa auki, täytyi jälleen käydä laittamassa kuopan reunan läheisyyteen korkeus ja lisäksi paljonko kyseiseltä pisteeltä on matkaa tulevan pylvään keskikohtaan. Näin ollen pylväs saatiin asetettua oikealle kohdalle ja syvyydelle. Nämä mittaukset tehtiin GPS-laitteella ja takymetrillä. Merkintä tapahtui niin, että ensin merkintämaalilla merkittiin pieni piste ja sitten GPS-laitteella katsottiin missä pylvään keskikohta olisi. Kun GPS-laite oli pylvään keskikohdalla, mitattiin rullamitalla pisteen ja laitteen välinen etäi-

syys. Lukema merkittiin pisteen taakse ja piirrettiin merkintämaalilla viiva, johon suuntaan keskikohta pisteestä oli. Tämän jälkeen takymetrillä katsottiin pisteen tarkka korkeus.

Takymetri orientointiin vapaalle asemapisteelle. Vapaan asemapisteen menetelmää käytetäänkin yleisesti merkintä- ja kartoitusmittauksissa, koska asemapisteen paikka voidaan itse valita mittausten kannalta tarkoituksenmukaisesti. Vapaan asemapisteen käyttö mittauksissa tarkoittaa menettelyä, jossa takymetri pystytetään paikkaan, jonka sijaintia ei tunneta. Asemapisteen koordinaatit ja myös mahdollisesti korkeus määritetään tähtäämällä runkopisteisiin. Kun koje laskee asemapisteen koordinaatit ja orientoinut vaakakehän koordinaatiston pohjoissuunnan, voidaan suorittaa varsinainen mittaustyö. (Laurila 2008, 245.)

Tehtävät jatkuivat tästä Aarnintien puoleisen kevyen liikenteen väylän paalutuksella ja myös Ulvilantielle tulevia muutoksia ruvettiin merkitsemään. Aarnintien kevyen liikenteen väylän merkitseminen tapahtui samalla tavalla kun Ojantien puolellakin. Ainona eroavaisuutena oli se, että nyt kevyen liikenteen väylien paaluja jouduttiin jatkamaan jopa metreillä, sillä paalut tulivat tässä vaiheessa ojaan. Seuraava viikko meni näitä kahta asiaa tehdessä, eli paaluja lyödessä tai niihin korkeuksia merkittäessä, sekä tulevan tien rajojen merkitsemisiä.

Työmaan loppu alkoi lähestyä, sillä kevyen liikenteen väylät olivat lähes kokonaan jo tehtyinä mittaajan osalta. Jäljellä oli vielä tien reunojen merkintää sekä kiertoliittymän ja liikenteenjakaajien kivetyksien merkitsemistä. Merkintöjä saikin tehdä koko työmaan mitalta, sillä erityisesti työmaan alkuvaiheissa tehdyt merkinnät olivat kadonneet tai haalistuneet tunnistamattomiksi.

Tien reunojen, kivetyksen ja kiertoliittymän rajojen merkinnät olivat kuitenkin välttämättömiä. Niillä nimittäin pystyttiin hahmottamaan kiertoliittymä valmiina. Merkinnät helpottivat myös omia mittauksia seuraavassa vaiheessa, kun ruvettiin merkitsemään tien halutun korkeuden ja nykyisen korkeuden eroa. Merkintöjä saikin tehdä joka päivä uusiksi, sillä erityisesti kiertoliittymän rajat hävisivät päivässä, johtuen työmaan läpi kulkevista autoista. Asfaltoinnin

kannalta tarvittiin myös merkintöjä, jotta asfalttimiehet näkivät mille alueelle laittavat massaa. Toinen tärkeä asia heille oli korkeusmerkinnät, niillä nähtiin mihin kohtaan tulee minkä verran massaa vai pitääkö jostakin ensin jyrsiä pintaa vähemmäksi ennen uuden massan laittamista.

Kun reunakivet ja muut rajat oli saatua merkattua, alkoi korkeuksien merkitseminen tiehen. Korkeuksien merkinnässä meni useita työpäiviä, sillä jälleen vilkkaimmilla tieosuuksilla merkit katosivat tai haalenivat tunnistamattomiksi. Korkeuksia merkittiin tiheästi ympäri työmaata, periaatteena oli, mitä enempi merkintöjä sen parempi. Merkintöjen avulla asfalttimiehet näkivät mihin kohtaan tulee minkä verran massaa vai pitääkö jostakin ensin jyrsiä pintaa vähemmäksi ennen uuden massan laittamista.

Korkeus merkittiin takymetrillä, ensin korkeus merkittiin jo aikaisemmin tiehen merkatuille pisteille. Kartasta sitten katsottiin, mikä kyseisen pisteen suunniteltu korkeus pitäisi olla ja verrattiin takymetrin näyttämään lukuun. Korkeuksia merkittiin myös lukuisiin sellaisiin kohtiin, joille ei kartasta löytynyt suoraa korkeutta. Niihin pisteisiin jouduttiin sitten kartasta laskemaan korkeus. Laskeminen tapahtui samalla tavalla kuin kuvio 11 esimerkissä.

Merkintä tapahtui plus (+) ja miinus (-) merkein. Mikäli jossakin kohtaa oli sama korkeus kuin suunnitelmassa, merkattiin kyseiseen kohtaa 0. Tien ollessa liian suunnitelmaan nähden 8 cm alempana, tuli merkiksi kohtaan +8. Tämä tarkoitti että tien tulisi nousta 8 senttimetriä jotta ollaan suunnitellussa korkeudessa. Merkinnän ollessa miinuksella, esimerkiksi -3, tulisi tietä jyrsiä. Merkittäessä halusi nähdä luvun +4, sillä normaalisti pinnoitetta laitetaan 4 cm. Tämä tarkoitti sitä että tienpinta oli jo valmiiksi ihanne korkeudella, eikä siihen tarvitsisi tehdä muutoksia.

Asfalttимиестen tehdessä toimenpiteitään korkeuksien mukaisesti, sai työmaalla jälleen merkitä korkeuksia. Näin nähtiin ollaanko jo valmiita aloittamaan pinnoitteen teon. Tehtävät jatkuivatkin pitkälti merkintöjä tehdessä aina kun pinnoitetta tehtiin takana.

Työmaalle oli saatu uusi pinnoite ja mittaaajalle jäljellä oli enää reunakivetyksen merkitseminen, pintamassojen kartoitus ja loppukartoitus. Reunakivien merkintä tapahtui niin, että GPS-laitteella merkittiin ensin pienet pisteet reunakivien mukaisesti. Tämän jälkeen apuvälineenä käytetty naru vedettiin pisteiden päältä. Naru helpotti tehtävää huomattavasti, sillä sen avulla saatiin kaarteet katsottua ja merkittyä toimiviksi. Vapaalla kädellä maalatessa voisi tulla vaikka millaisia kaarteita ja se sekä rumentaisi kiertoliittymää että aiheuttaisi aura-autolle ongelmia talvella.

Jäljellä olivat työmaan kartoitukset. Ensin kartoitettiin pintamassat, jotta voitiin laskea käytettyjen massojen määrät. Määrä annettiin asfaltointiyritykselle, jotta he pystyivät laskuttamaan kaupunkia tekemästään työstä. Huomattavasti tämän jälkeen käytiin vielä kartoittamassa koko uusi kiertoliittymä kaikkine uutuuksineen. Kiertoliittymän reunakivien ja ulkoreunojen kartoitus löytyy liitteestä 4. Liitteessä eivät näy valaisinpylväät, kaivot ja kevyen liikenteen väylät.

### **5.3 Ongelmat ja ratkaisut**

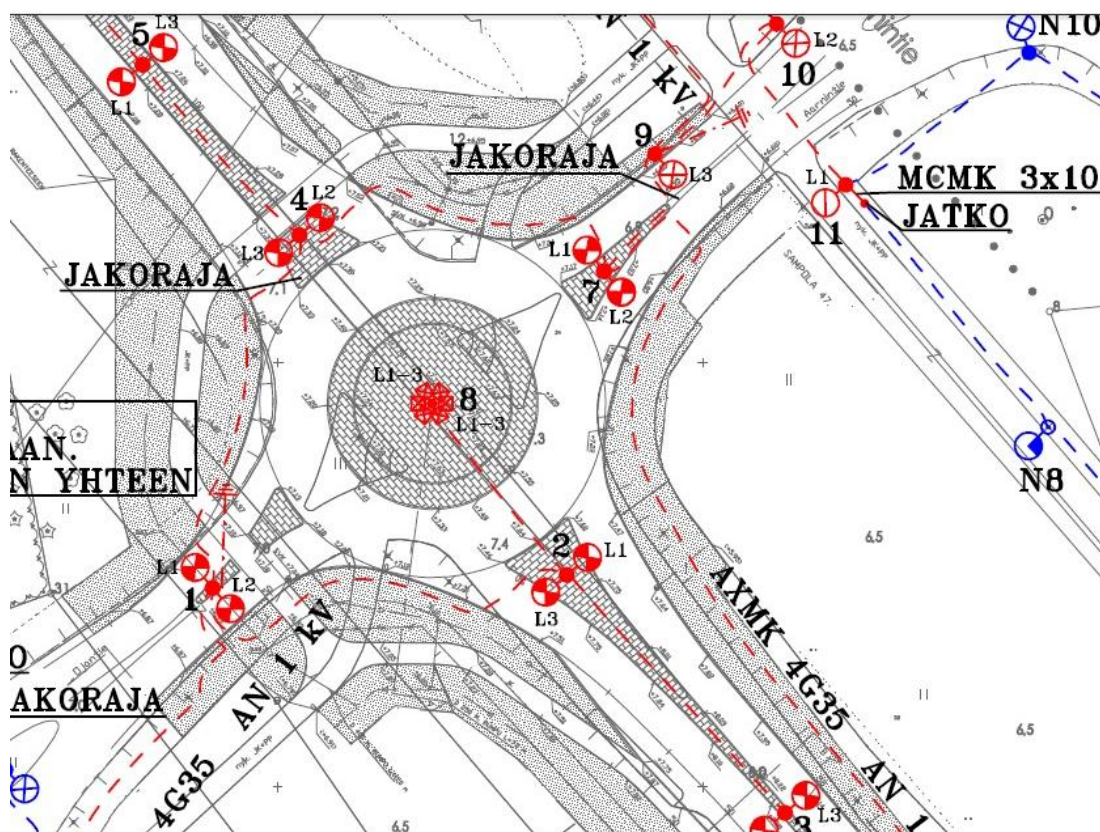
Ulvilantien kiertoliittymässä tuli vastaan myös ongelmia, kuten varmasti jokaisella tietyömaalla. Tässä osiossa pyritään käsittelemään kaikki isoimmat ongelmat joita työmaan aikana sattui ja kertomaan, miten ne lopulta ratkaistiin. Kaikkia laitteiden kanssa syntyneitä tai säästä johtuvia ongelmia ei tässä mainita, sillä ne lienevät arkipäivää maanmittausalalla.

Ensimmäinen ongelma ilmeni Ojantien tulevan kevyen liikenteen väylän ja sähkötolpan kanssa. Ojantiellä alun perin mennyt kevyen liikenteen väylä muuttui suunnitelman mukaan hiukan tiellä päin ja näin ollen vieressä ollut sähkötolppa tuli nyt ongelmallisesti juuri kevyen liikenteen väylän risteyskohdalle n. 10 cm väylälle. Asiaa tutkittiin niin työnjohdon kuin suunnittelijankin toimesta. Mietinnässä oli, kaivetaanko sähkötolppa maasta ja siirretään, jotta saadaan kevyen liikenteen väylä rakennettua. Sähkötolppa ei voisi kuitenkaan tulla kevyen liikenteen väylälle, sillä se olisi vaarallista jos esimerkiksi pyöräilijä ajaisi siihen, tai tolpastä maahan menevään vaijeriin.

Ongelma ratkaistiin niin, että kevyen liikenteen väylä pidettiin vanhan mukaisena pitempään. Tällä ratkaisulla kierrettiin sähkötolppa, vaikka nyt kevyen liikenteen väylän risteyksestä tulikin melko jyrkkä. Alkuperäisessä suunnitelmassa kevyt liikenne käänsi sulavasti Ojantien ylitse, nykyisessä ratkaisussa mm. pyöräilijöiden on hidastettava huomattavasti vauhtia kääntääkseen. Toisaalta ratkaisu on hyvä, sillä nyt myös kiertoliittymään saapuvien ja siitä lähtevien autojen on helpompi huomata kevyt liikenne.

Toinen ongelma ilmeni Ojantielle tulevan valaisinpylvään kanssa. Suunnittelun paikan yli nimittäin menivät sähkölinjat. Hetken mietittyään työmaanjohto päätti, ettei kyseistä valaisinta tarvita ollenkaan, sillä se aiheuttaisi sähkölinjan alla vain haittaa mikäli johdot osuvat esimerkiksi valaisimeen. Alueelle pystytettiin kuitenkin niin paljon uusia valaisimia, että ei kiertoliittymä jää pimeäksi vaikka yksi niistä jätettiin pois. Tämä luonnollisesti vaikutti myös siihen, että valaistussuunnitelmasta (Liite 2) jouduttiin poikkeamaan. Suunnitelman mukaan valaisinpylväisiin tulevat johdot vedettäisiin Ojantien ali, mutta kyseisen pylvään poistuessa muuttui myös toteutus.

Kuviossa 13 on perehdytty tarkemmin valaistussuunnitelmaan. Suunnitelmaan on merkitty valaisinpylväsjohtojen kulkemisreitti punaisella katkoviivalla. Kuviossa 13 näkyy myös poistettu pylväs, joka on kuviossa Ojantiellä, numerolla yksi. Pylvään jäätyä pois, työmaanjohto tuli siihen johtopäätökseen, että on helpompi vetää valaisinpylväisiin johto samaa mukaan kun kevyen liikenteen väylää tehdään. Suunnitelman mukaan olisi pitänyt kaivaa auki Ojantietä, jotta johdot saataisiin myös pylväälle neljä. Pylväiden 1 ja 4 välille ei kuitenkaan siis vedetty johtoja vaan korvaava reitti pylväälle neljä tehtiin keskimmäisen pylvään (8) kautta. Muutokset siis olivat sellaiset, että pylvästä numero yksi ei tullut ollenkaan, eikä näin ollen johtoakaan vedetty kyseistä kautta pylväälle neljä. Vastaavasti pylväiden kahdeksan ja neljä välille vedettiin johto, ja näin ollen saatiin pidettyä valaistus kunnossa.



Kuvio 13. Valaistussuunnitelma kiertoliittymän keskiosassa

Työmaan loppuvaiheilla ilmeni ongelma, joka haluttiin korjata. Korkeuksia laitettaessa tienpintaan, huomattiin että kaltevuus ei välttämättä toimisi halutulla tavalla ja olisi pieni mahdollisuus että vesi jäisi tielle makaamaan. Tätä riskiä ei haluttu ottaa, sillä Aarnintien kiertoliittymän puolella oli varaa nostaa tienpintaa suunnitellusta korkeudesta ja tällä saataisiin poistettua se pieni mahdollisuus että vesi ei virtaisikaan pois tieltä. Käytyään maastossa katsomassa tilannetta, suunnittelija tuli samaan mielipiteeseen ja näin ollen yhdessä katsottiin mistä korkeutta hieman nostetaan ja mistä puolestaan lasketaan suunnitellusta. Kyseessä oli kuitenkin vain muutamien senttien nostot ja laskut, mutta tien kuivatuksen kannalta ne sentit olivat tärkeitä.

Kuivatuksen tarkoituksena on johtaa kadulle satavat tai lumen sulamisesta johtuvat pintavedet pois, jotta ne eivät heikentäisi kadun rakennetta. Kuivatus hoidetaan joko sadevesiviemäreillä tai avo-ojilla. Avo-ojat sopivat paremmin väljemmin rakennetuille alueille eritoten, jos maaperä on hyvin vettä läpäisevää ja pintavesiä halutaan imeyttää maaperään pohjaveden säilyttämiseksi riittävän korkealla. Kadun pintavedet johdetaan sadevesiviemäriin sade-

vesikaivojen kautta. Sadevesiviemärointi edellyttää myös reunakivien rakentamista ohjaamaan sadevedet kaivoihin. (Katu 2002, 41.)

Viimeinen ongelma viivästytti tehtävää yhdellä päivällä. Työmaa oli jo siinä vaiheessa, että mittaajalla oli jäljellä enää kaksi tehtävää, nimittäin reunakivien merkintä sekä loppukartoitus. Reunakivien merkintä päivänä kuitenkin satoi niin paljon, ettei maali olisi tarttunut tienpintaan. Seuraavana päivänä käytiinkin sitten kolmen mittaajan voimin merkitsemässä reunakivet paikalleen, jotta reunakivien tekijät saivat aloittaa urakkansa.

## 5.4. Vertailu

### 5.4.1 Kiertoliittymä

Ulvilantien kiertoliittymä on rakennettu paikalle, jossa oli aikaisemmin ongelmia sivusuuntien välityskyvyssä. Kyseessä on yleisin kiertoliittymä Suomessa, eli 1-kaistainen kiertoliittymä. Kiertoliittymän saareke on 25 metriä, näin ollen se kuuluu tyypiltään normaaleihin kiertoliittymiin (Kuvio 2). Ennen työmaan aloitusta on laadittu ja hyväksytty tiesuunnitelma, sillä ilman tiesuunnitelmaa, ei tietyömaata pääse aloittamaan.

*"Hyvä havaittavuus on sitä tärkeämpää mitä suurempia kiertoliittymää edeltävät ajonopeudet ovat. Henkilöauton kuljettajan on voitava nähdä kiertoliittymä ja sen kiertosaareke vähintään 150 m etäisyydeltä, kun liittymä sijaitsee tiellä, jolla nopeusrajoitus yli 150 m päässä liittymästä on  $\leq 50$  km/h. Muutoin liittymä on voitava havaita 250 metrin etäisyydeltä."*

Yllä olevan kappaleen mukaan kiertoliittymän kiertosaareke on nähtävä esimerkiksi Ulvilantiellä, jossa nopeusrajoitus on 60 km/h, jo 250 metrin päästä. Kyseisellä paikalla on kuitenkin erittäin pitkä suora ja hyvä havaittavuus ja näin ollen kiertosaareke pystytään näkemään jo yli 300 metrin etäisyydeltä. Kyseisen kiertoliittymän havaittavuutta on parannettu korottamalla kiertosaarekkeen keskiosaa. Myös kavennuksesta on huolehdittu liittymässä, kavennukset on tehty kivetyksestä.

Ulvilantien kiertoliittymässä on tulosuunnassa pysähtymisnäkemät, jotka täyttävät kaikki vaatimukset. Koska kyseisen kiertoliittymän kiertosaareke on alle 40m, tulisi väistämisviivalta nähdä seuraavaan liittymähaaran tai vähintään



30 metrin etäisyydelle. Tämä onnistuu väistämiskiivalt ilman ongelmia ja väistämiskiivalt voi nähdä jokaiseen haaraan. Tangentoinnilla varmistetaan, etteivät ajonopeudet kasva liian suuriksi vaan pysyisivät halutussa 30 km/h.

Kiertoliittymän ulkoreunan halkaisija on 42 m ja kiertotilan leveys puolestaan 8,5 m. Näin ollen kuviota 7 apuna käyttäen saadaan ulkokehän piiriksi 131,9 m. Pituuskaltevuuden ollessa sidottuna piirin puolikkaisiin, saadaan yhdeksi puolikkaaksi 65,95 m. Työmaan karttaa apuna käyttäen saadaan kiertoliittymän pituuskaltevuudeksi noin 0,2 %. Pituuskaltevuus on kulmakerroin: 2 promillen kaltevuus (0,2 %) tarkoittaa 2 metrin nousua yhtä vaakasuuntaista kilometriä kohti. Liittymän sivukaltevuus on puolestaan 2 %. Sivukaltevuuteen vaikuttaa liittymän koko ja liikenneympäristö. Pääperiaatteena voidaan pienillä ja normaaleilla liittymillä pitää ulospäin laskevaa, korkeintaan 2,5 %:n sivukallistusta

Kuviossa 8 on esitetty kevyen liikenteen minimimitat ja -etäisyydet kiertoliittymän suhteen. Kiertoliittymän ulkoreunan ja kevyen liikenteen väylän välissä on oltava liikenteenjakajan kohdalla vähintään 6 metriä. Kevyen liikenteen väylän on oltava 4 metriä leveä ja liikenteenjakajan on oltava vähintään 2,5 metriä leveä kevyen liikenteen väylän ulkoreunassa. Kaikki edellä mainitut seikat toteutuvat kiertoliittymässä ja kevyen liikenteen väylän ulkoreunassa liikenteenjakaja on yli 3 metriä leveä. Kevyen liikenteen väylän ja tien reunan välissä on oltava ns. 2,5 metrin turvaväli. Tämä kuitenkin ei ollut ongelma, sillä Ulvilantien kiertoliittymän kevyen liikenteen väylä ei paljoa etene tien mukaisesti ja kun etenee, on etäisyyttä lähimmilläänkin 3 m.

#### 5.4.2 Turvallisuus

Turvallisuus Ulvilantien kiertoliittymässä oli pääasiassa kunnossa. Porin kaupunki huolehtii hyvin työntekijöistään ja kaupungilta käytiinkin työmaalla kyselemässä ja katsomassa työntekijöiden hyvinvointia. Kiertoliittymän työmaalla työskentelikin vain tieturvakoulutuksen käyneet työntekijät. Työntekijät oli varustettu parhailla mahdollisilla varoitusvaatteilla ja pelkästään huomioväriäinen t-paita riitti täyttämään vaatimukset. Näin ollen kuumalla ilmalla ei tarvinnut olla koko huomiotakki päällään, vaan voi työskennellä t-paitasillaan. Takeista sai myös hihat pois, mikäli halusi hieman kevennystä. Täytyy kui-

tenkin muistaa, että työmaalla pitää olla kuitenkin aina pitkälahkeiset housut, turvakengät ja kypärä, oli kuinka kuuma ilma tahansa. Muiden suojainten mahdollinen käyttö riippui silloisesta työtehtävästä.

*"Mittaajan on kokemuksensa ja ammattitaitonsa mukaisesti huolehdittava myös muiden työntekijöiden turvallisuudesta. Työnantajalle ja työsuojeluvaltuutetulle on välittömästi ilmoitettava havaituista vioista ja puutteellisuuksista työpaikalla. Mittaajan on myös mahdollisuuksien mukaan poistettava havaitut ja ilmeistä vaaraa aiheuttavat puutteellisuudet ja viat."*

Porin kaupungilla työturvallisuus on vakava asia ja kaikki mahdolliset asiat, jotka voivat olla työntekijälle vaaraksi, tulee ilmoittaa työnantajalle. Kaupungilla on otettu käyttöön keino, missä työntekijä ilmoittaa kirjallisesti työmaalla ilmenneestä vaarasta. Lappuun ilmoitetaan millainen vaaratekijä kyseessä oli, ja miten siitä selvittiin.

Työmaalla sattuikin yksi vaaratekijä, kun asfaltointiyritys oli laittamassa valmista pinnoitetta työmaalle. Ulvilantie oli tällöin laitettu poikki, eli liikenne ohjattiin kiertoreittiä risteyksen ohitse. Kaksi autoa löysi kuitenkin reitin läpi kieltokylttien ja suojainten ja ajoivat kiertoliittymän läpi. Autot ohittivat myös työkonet, jotka olivat edelleen tekemässä uutta pinnoitetta. Todellista henkilövaaraa ei tilanteesta kuitenkaan aiheutunut. Työmaalla ei sattunut yhtään henkilövahinkoa, joten työmaan turvallisuus oli onnistunut.

Itse merkintämittauksissa sai olla tarkkana, varsinkin kun merkattiin kiertoliittymän rajoja. Kyseiset rajat sijaitsivat sen hetkisen tien keskellä ja työmaan läpi kulki jatkuvasti autoja. Huolimattomasti ja äkkinäisesti taaksepäin astuessa olisi voinut jäädä auton alle. Riskiä lisäsi autoilijoiden vauhti, läheskään kaikki eivät valitettavasti totelleet työmaalla ollutta 30 km/h nopeutta. Samaan aikaan työmaalla työskenteli kaksi kaivinkonetta, joten mittaja sai olla myös itse varma että hänet huomataan.

## 6 YHTEENVETO

Ulvilantien kiertoliittymä on ominaisuuksiltaan kuten valtaosa muistakin Suomen normaalikokoisista, yksikaistaisista kiertoliittymistä. Liittymän havaittavuus on hyvä, sillä sen voi havaita erityisesti yhdystietä 2552 ajettaessa reilusti vaadittua kauempaa. Kiertoliittymissä suurimmaksi ongelmaksi mielletään kevyen liikenteen väylien turvallisuus. Ulvilantiellä kevyen liikenteen väylien minimimitat ja minimietäisyydet ovat vaaditulla tasolla, mutta siitä huolimatta turvallisuus on paljon myös autonkuljettajien vastuulla.

Teoriaosuuden ja Ulvilantien kiertoliittymän välistä vertailua vaikeutti tietojen suppeus. Teoriaosuudessa on hyvin mainittu kiertoliittymän ominaisuuksista, mutta sieltä oli vaikeaa valita selkeitä kohtia, joihin tarttua vertailussa. Lisäksi Mittaajan työtehtävistä ei ole selviä lakipykäläiä, eikä juurikaan tietoa muutenkaan. Tähän opinnäytetyöhön on pyritty keräämään tietoa myös mittaajan liittyvistä velvoitteista yleisellä tasolla tietyömaalla työskentelystä.

Tietyömaan turvallisuudesta puolestaan on tietoa ja lakitekstiä vaikka kuinka paljon, ja suurimmaksi ongelmaksi ilmeni työturvallisuusasioiden esittämisen ilman suurimpia lakipykäläiä. Tarkoituksena oli antaa käsitys tietyömaan työturvallisuuteen liittyvistä asioista. Vertailua työmaan turvallisuuden teoriaosuuden ja Ulvilantien kiertoliittymän välillä vaikeutti se, ettei tietyömaalle ole tiettyä lakia, vaan useimmin se vaihtelee tietyömaan kohteesta riippuen. Myös kokemus kiertoliittymän työmaan turvallisuudesta jää käytännössä yhteen kiertoliittymään, joten ei ole varmuutta vastata toimittiinko Ulvilantien kiertoliittymässä kuten normaalisti kiertoliittymän työmaalla toimittaisiin.

Tietyömaan turvallisuus oli kuitenkin kunnossa, sillä työmaan aikana ei sattunut yhtään henkilövahinkoa ja vain yksi todellinen vaaratilanne. Vaaratilanne aiheutui autonkuljettajien huonosta tarkkaavaisuudesta ja kaistan heikosta sulkemisesta. Yleisesti ottaen työmaan turvallisuus on eniten itsestä kiinni, sillä vaadittujen työvaatetusten käyttö helpottaa näkemistä ja vähentää riskiä joutua vaaratilanteeseen.

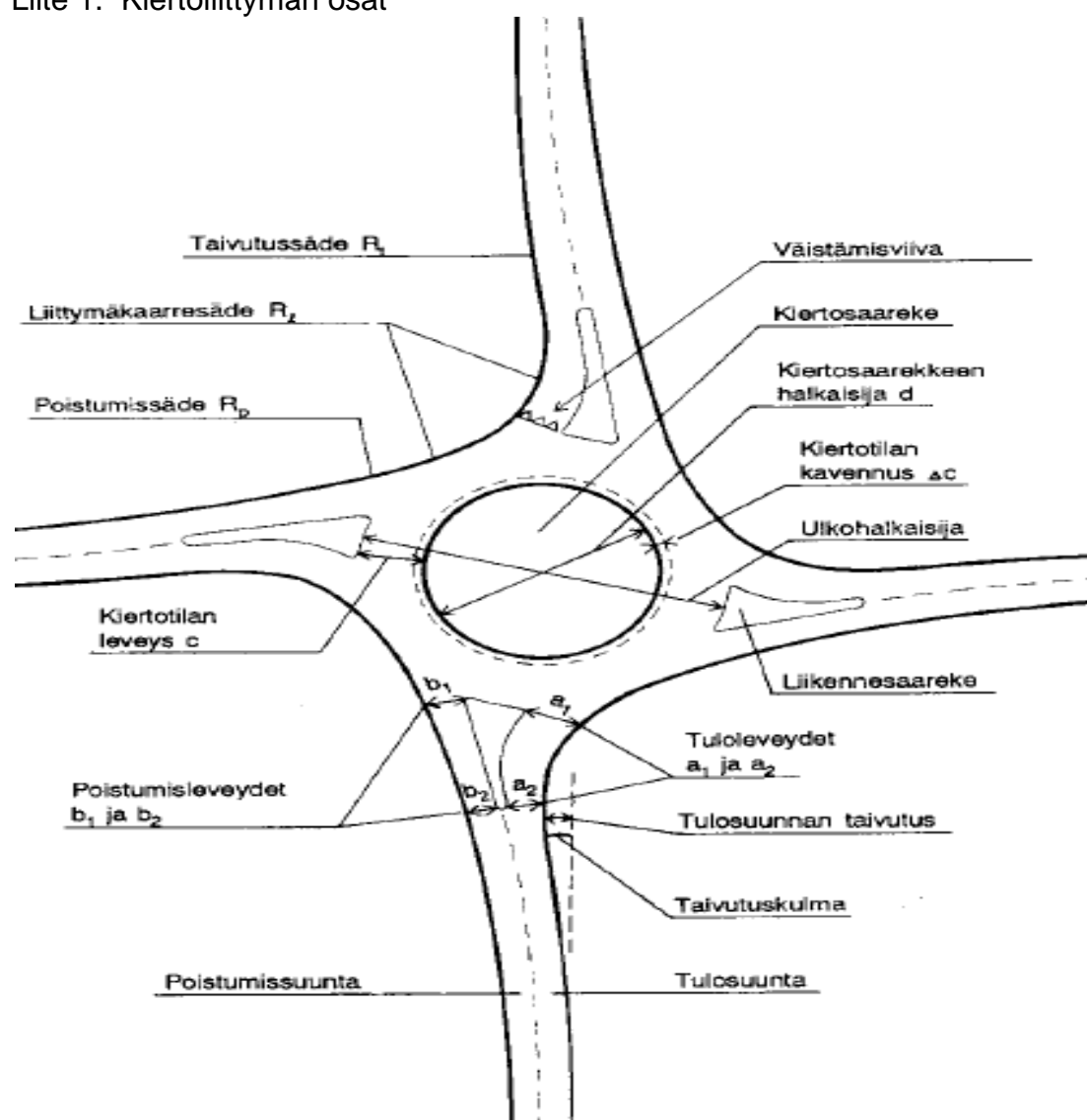
## LÄHTEET

- Katu 2002. Katusuunnittelun ja -rakentamisen ohjeet. 2003. Suomen kunnatekniikan yhdistys. SKTY:n julkaisu nro 11. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy
- Kyrö, R. 2010. Yksikaistaisen kiertoliittymän mitoitusperiaatteita. Opinnäytetyö. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Oulun seudun ammattikorkeakoulu.
- Laurila, P. 2008. Mittaus- ja kartoitustekniikan perusteet. Rovaniemen ammattikorkeakoulun julkaisusarja D nro 3. Rovaniemen ammattikorkeakoulu.
- Liikennevirasto 2010. Tiesuunnitelma Toimintaohjeet. Tiesuunnitelman toimintajärjestelmä. Liikenneviraston ohjeita 20/2010. Helsinki: Liikennevirasto.
- Liikennevirasto 2011. Liikenne tietyömaalla - Pätevyysvaatimukset ja tieturvallisuuden perusteet 14.1.2011. Liikenneviraston ohjeita 1/2011. Helsinki: Liikennevirasto.
- Maankäyttö - ja rakennusasetus 10.9.1999/895. 9 luku. Osoitteessa <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990895>. 14.2.2014.
- Maankäyttö - ja rakennuslaki 30.12.2008/1129. 12 luku. Osoitteessa <http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132>. 12.2.2014.
- Montonen, S. 2008. Kiertoliittymien turvallisuus. Tiehallinnon selvityksiä 8/2008. Helsinki: Tiehallinto.
- Pori 2009. Porin liikenneturvallisuuksuunnitelma 2010. Porin liikenneympyräjäjestelyt 4.11.2009.

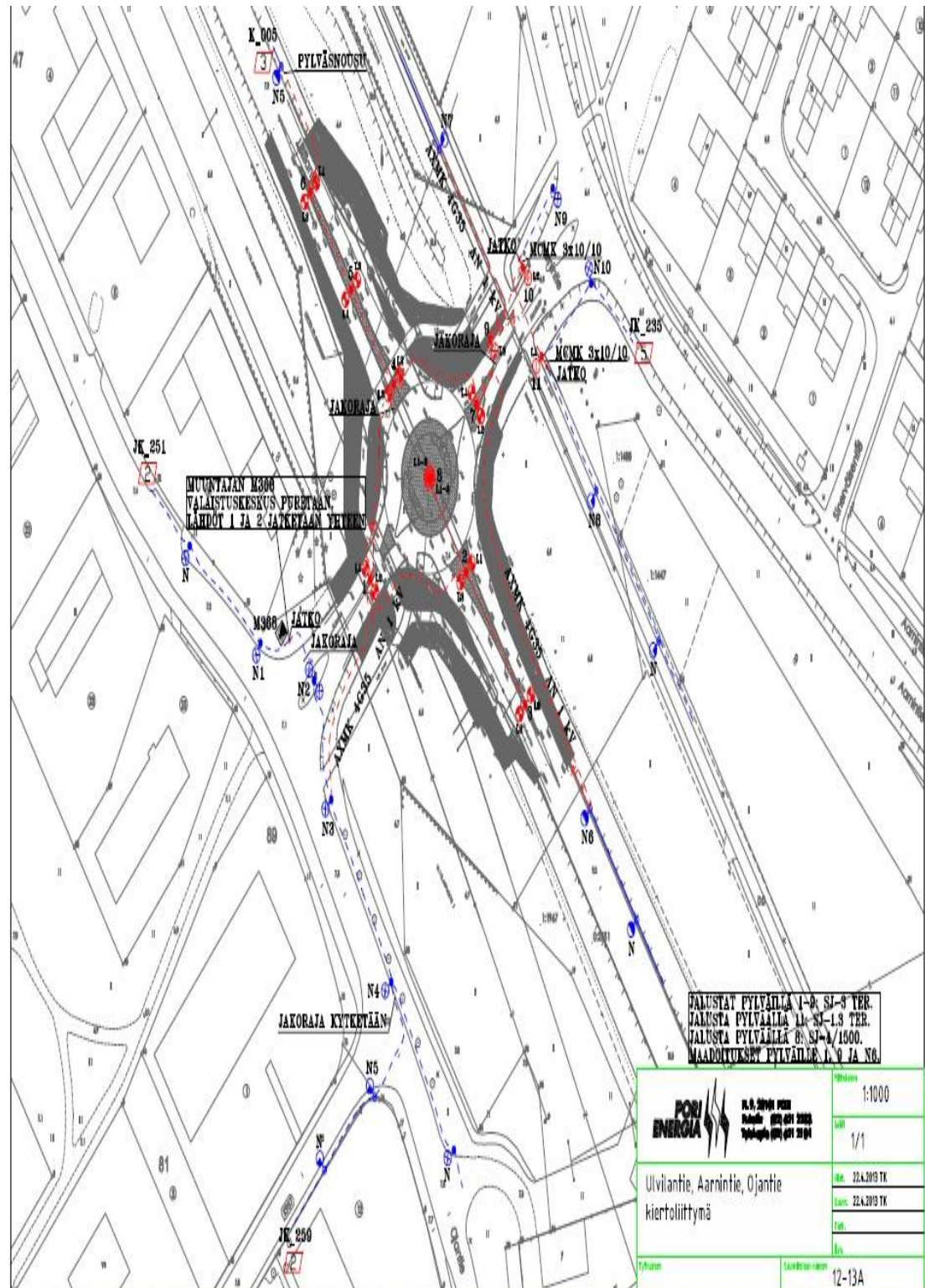
- Rantanen A. 2012. Toukokuoren Rajakalliorinteen katusuunnitelma. Opin-  
näytetyö. Rakennustekniikan koulutusohjelma. Tampereen am-  
mattikorkeakoulu.
- Tiehallinto/Tielaitos 2000. Kiertoliittymien turvallisuus. Tielaitoksen selvityk-  
siä 25/2000. Helsinki: Oy Edita Ab
- Tiehallinto 2001. Tasoliittymät. Suunnitteluvaiheen ohjaus. 5.4.2001. Helsin-  
ki: Oy Edita Ab.
- Tiehallinto/Liikennetekniikka 2003. Kiertoliittymät. Osoitteessa  
<http://alk.tiehallinto.fi/kiertol/kiertol.htm>. 7.1.2014
- Tiehallinto 2009a. Tieturva 1. Tietöiden liikenteen järjestely- ja turvallisuus-  
koulutus. Peruskurssin oppikirja. Toteuttamisvaiheen ohjaus.  
Helsinki: Edita Prima Oy
- 2009b. Tieturva 2. Tiellä tehtävien töiden turvallisuuskoulutus.  
vastuuhenkilöiden kurssin oppikirja. Toteuttamisvaiheen ohjaus.  
Helsinki: Edita Prima Oy
- Työturvallisuuskeskus 2003. Työturvallisuuslaki (738/2002). Helsinki 9. pai-  
nos. Innocorp Oy/Nykypaino Oy
- Työturvallisuuskeskus 2013. Työturvallisuuskortti. Työturvallisuus yhteisellä  
työpaikalla. 12.painos 2013. Nykypaino Oy

# LIITTEET

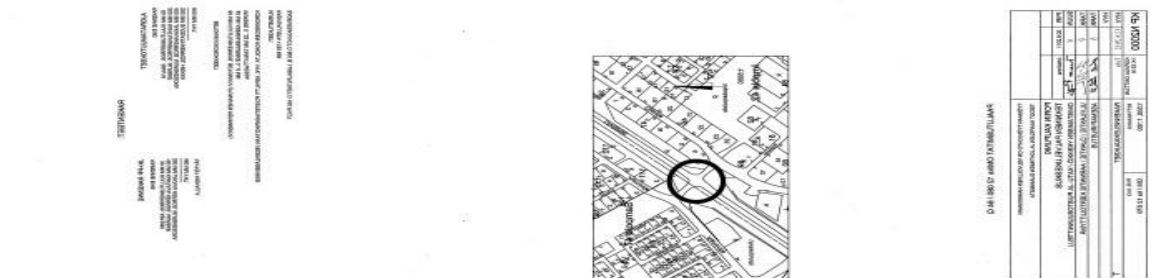
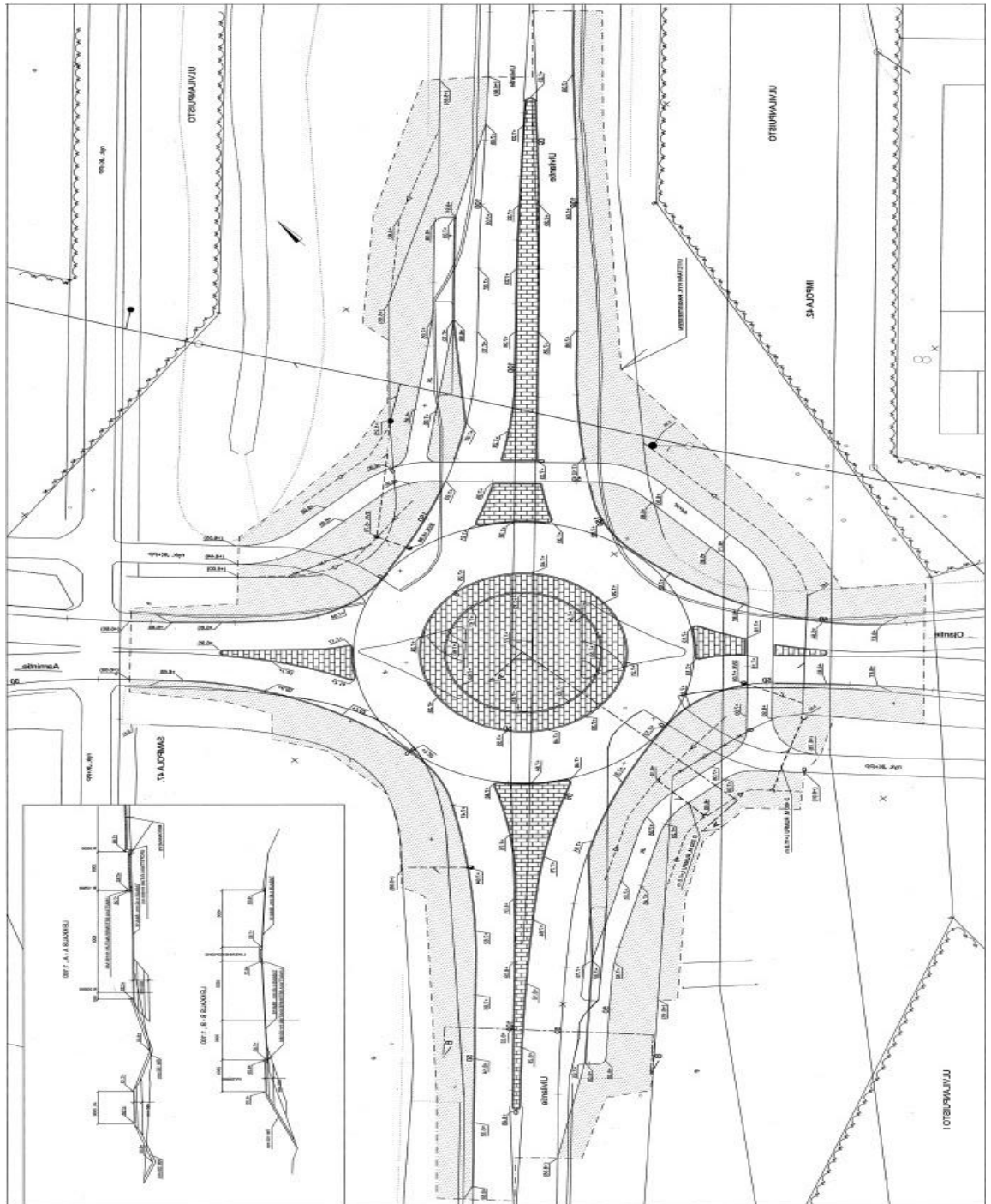
Liite 1. Kiertoliittymän osat



## Liite 2. Ulvilantien kiertoliittymän valaistussuunnitelma



Liite 3. Ulvilantien kiertoliittymän asemakaava





## Liite 4. Pintamassojen kartoitustulos

